

**Palliative operative Eingriffe
bei der chronischen arteriellen
Verschlußkrankheit der Beine**

von

Richard W. Petzoldt

aus

Schwabach

Digitized by the Internet Archive
in 2026

Aus der Chirurgischen Klinik mit Poliklinik
der Universität Erlangen-Nürnberg
Direktor: Prof. Dr. med. G. Hegemann

Palliative operative Eingriffe bei der chronischen arteriellen Verschlußkrankheit der Beine

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
der Hohen Medizinischen Fakultät
der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg



vorgelegt
von
Richard W. Petzoldt
aus
Schwabach

Gedruckt mit Erlaubnis der Medizinischen Fakultät
der Universität Erlangen-Nürnberg



Dekan: Prof. Dr. A. Kröncke
Referent: Prof. Dr. G. Hegemann

Tag der mündlichen Prüfung: 31. Juli 1969

BEZUGSNAME DER BEZUGSPERSON UND BEZUGSPERSONEN
BEZUGSPERSONEN BEZUGSPERSONEN BEZUGSPERSONEN

1. BEZUGSPERSONEN BEZUGSPERSONEN BEZUGSPERSONEN

2. BEZUGSPERSONEN

3. BEZUGSPERSONEN

4. BEZUGSPERSONEN

5. BEZUGSPERSONEN

6. BEZUGSPERSONEN

7. BEZUGSPERSONEN

8. BEZUGSPERSONEN

9. BEZUGSPERSONEN

10. BEZUGSPERSONEN

11. BEZUGSPERSONEN

12. BEZUGSPERSONEN

13. BEZUGSPERSONEN

14. BEZUGSPERSONEN

15. BEZUGSPERSONEN

16. BEZUGSPERSONEN

17. BEZUGSPERSONEN

18. BEZUGSPERSONEN

19. BEZUGSPERSONEN

20. BEZUGSPERSONEN

21. BEZUGSPERSONEN

22. BEZUGSPERSONEN

23. BEZUGSPERSONEN

24. BEZUGSPERSONEN

25. BEZUGSPERSONEN

26. BEZUGSPERSONEN

27. BEZUGSPERSONEN

28. BEZUGSPERSONEN

29. BEZUGSPERSONEN

30. BEZUGSPERSONEN

31. BEZUGSPERSONEN

32. BEZUGSPERSONEN

33. BEZUGSPERSONEN

34. BEZUGSPERSONEN

35. BEZUGSPERSONEN

36. BEZUGSPERSONEN

37. BEZUGSPERSONEN

38. BEZUGSPERSONEN

39. BEZUGSPERSONEN

40. BEZUGSPERSONEN

41. BEZUGSPERSONEN

42. BEZUGSPERSONEN

43. BEZUGSPERSONEN

44. BEZUGSPERSONEN

45. BEZUGSPERSONEN

46. BEZUGSPERSONEN

47. BEZUGSPERSONEN

48. BEZUGSPERSONEN

49. BEZUGSPERSONEN

50. BEZUGSPERSONEN

MEINEN ELTERN



PALLIATIVE OPERATIVE EINGRIFFE BEI CHRONISCHEN ARTERIELLEN VERSCHLUSSKRANKHEITEN DER BEINE

I n h a l t s v e r z e i c h n i s	Seite
Einleitung	1
I Die Palliativoperationen	3
Skarifikation	3
Ischiadikusvereisung	3
Novocainblockade	4
Periarterielle Sympathektomie	6
Arterienresektion	7
Aortenresektion	8
Ramikotomie	9
Grenzstrangresektion	10
Geschichte	10
Anatomie des vegetativen Nervensystems	11
Hypothalamus und Vasomotorenzentrum	11
Rami communicantes albi et grisei	14
Nervenendigungen	15
Operative Technik	17
Höhe der Resektion	18
Wirkung auf Durchblutung und Stoffwechsel	20
(Physiologie)	
Kollateralen	20
a-v-Shunts	21
Haut- und Muskeldurchblutung	22
Humoral-nervöse und chemische Einflüsse	24
Paradoxe Reaktion (verschiedene Theorien)	26
Borrowing-Lending-Phänomen	27
Abnahme des Blutdruckes und Herz-	
minutenvolumens	27
Steigerung der Thrombinaktivität post SE	27
Steigerung des oxydativen lokalen Stoff-	
wechsels	28
Gegenregulierung	28
Pathologie der Grenzstrangganglien	33
Eigene Ergebnisse bei der Sympathektomie	34
Methodik	34
Indikationsstellung	37
Lokalbefund	37
Arteriographie	39
Oscillometrie und Pulspalpation	41
SE und rekonstruktive Eingriffe	42
Amputation nach SE	43

Komplikationen	44
Paradoxe Reaktion	44
Meralgia paraesthetica	44
Sexualstörungen	45
Narbenhernien	46
Letalität	47
Vergleich mit anderen Angaben in der Literatur	47
Zusammenfassung	49
II) Die Amputation	50
Geschichte	50
Amputationstechnik	51
Hautschnitt	51
Knochenversorgung	52
Gefäßversorgung	53
Nervenversorgung	53
Wundversorgung	54
Anforderungen an den Stumpf	54
Spezielle Operationstechnik	55
Exartikulation einzelner Zehen	55
Verschiedene Fußamputationen	56
US-Amputationen	57
OS-Amputationen	59
Wahl der Amputationshöhe	61
Akrale Amputationen	61
US-Amputationen	61
OS-Amputationen	62
Eigene Ergebnisse bei der Amputation	63
Indikationsstellung	64
klinische Symptomatik	64
Ruheschmerzen	64
Akrale Läsionen	64
Arteriographie	65
Oscillometrie und Pulspalpationen	68
Amputation nach vorhergegangener Therapie	69
nach konservativer Therapie	69
nach Sympathektomie	69
nach rekonstruktiver Gefäßoperation	69
Nachamputation	70
Komplikationen	71
lokale Beschwerden	72
Komplikationen ohne Exitus letalis	73
Komplikationen mit Exitus letalis	74
Letalität	75
Vergleich mit anderen Literaturangaben	76
Zusammenfassung und Diskussion	79
Literaturverzeichnis	81
Lebenslauf	

E I N L E I T U N G

=====

In den letzten Jahrzehnten traten die Gefäßerkrankungen immer mehr in den Mittelpunkt der medizinischen Forschung. An fast allen Organen konnten Folgen dieser sehr vielgestaltigen Erkrankungen nachgewiesen werden. Diese nehmen heute die erste Stelle der Todesursachen ein.

Die Ätiologie der Angioorganopathien ist heute noch nicht abgeklärt. Als zumindest krankheitsfördernd, wenn nicht auslösend, werden exogene Faktoren wie Nikotin, Blei, Arsen, übermäßige Fetternährung, Kälte, mechanische Traumen, Infektionskrankheiten und endogene Faktoren wie endokrine Dysregulationen und Kollagenkrankheiten angesehen (43).

In der folgenden Arbeit wird nur die chronisch-arterielle Verschlusskrankheit der unteren Extremität berücksichtigt. Eine Trennung in Endangitis bzw. Thrombangitis obliterans oder Arteriosclerosis obliterans wurde nicht eingehalten, da die klinischen Bilder dieser Krankheitsformen nicht immer sicher zu unterscheiden sind. Es ist außerdem sehr wahrscheinlich, daß diese Formen eine nosologische Einheit bilden (37,43).

Da bei dieser Krankheit das Lumen der Arterien eingeengt oder in weiter fortgeschrittenen Stadien vollständig verlegt ist, kommt es zur Minderdurchblutung des von diesen Arterien versorgten Gewebes. Nach ihrem Schweregrad lässt sich die Krankheit in vier Stadien einteilen. FONTAINE (12) schlug anhand der Symptome folgende Stadien vor:

Stadium I : kalte Füße, Parästhesien, Verfärbungen am Bein

Stadium II : Claudicatio intermittens (Latenzschmerz)

Stadium III : Ruheschmerz

Stadium IV : Nekrose oder Gangrän, Ulceration, beginnende Gangrän

Bei der Behandlung verfolgt man das Ziel, die Durchblutung der erkrankten Extremitäten zu verbessern. Bei leichteren Erkrankungsformen kann die konservative Therapie den Verlauf der Krankheit günstig beeinflussen. Von der Vielzahl der konservativen Behandlungsmöglichkeiten haben nur noch die Rollübungen nach RATSCHOW - das Gefäßtraining - und die intraarterielle Infusion von vasodilatatorisch wirkenden Medikamenten ihre Berechtigung. Die intravenöse Anwendung von diesen Medikamenten hat wenig Sinn, da dabei die arteriosklerotischen Gefäße keine Reaktion zeigen, und nur die weniger geschädigten Gefäße erweitert werden. Dadurch versackt das Blut in die Gewebe, die weniger geschädigte Arterien besitzen und also keiner Behandlung bedürfen. Das zuvor schlecht mit Blut versorgte Gefäßgebiet kommt durch den Blutdruckabfall in eine noch stärkere Ischämie. (47)

Bis zur Jahrhundertwende konnten die peripheren Durchblutungsstörungen nur mit den verstümmelnden Eingriffen - den Amputationen - angegangen werden. Um diese Zeit begann die Entwicklung neuerer Operationsmethoden, die mit den rekonstruktiven Gefäßoperationen ihren Höhepunkt gefunden hat.

Neben diesen rekonstruktiven Operationen haben manche Palliativ-eingriffe teils lediglich noch historischen, teils einen gewissen praktischen Wert, besonders in Fällen, die rekonstruktiven Maßnahmen nicht zugänglich sind. Die wichtigsten dieser Operationen seien hier kurz geschildert:

D I E P A L L I A T I V O P E R A T I O N E N

=====

Die Skarifikation

An den Extremitäten, die in ihrer Durchblutung gestört sind, werden bis zu 400 kleine Inzisionen gesetzt. Die Hyperämie, die in diesem künstlich geschaffenen Wundgebiet auftritt, soll sich günstig auf das schlecht durchblutete Gewebe auswirken.

Die Möglichkeit zur Resorption zerfallender, arteigener Eiweißkörper im künstlich gesetzten Wundgebiet kann zur unspezifischen Umstimmung führen, was besonders günstig die allergisch - hyperergische Verlaufsformen der arteriellen Verschlusskrankheiten, z.B. die Endangitis obliterans, beeinflussen kann (14).

RIEDER (1) beobachtete einmal nach einem tiefen gewöhnlichen Muskelschnitt bis auf die Faszie einen verblüffenden Heilerfolg. Diese Behandlungsmethode wurde von F. SAUERBRUCH (2) angegeben. SAUERBRUCH hat bei Durchblutungsstörungen, bei denen die spastische Komponente überwog und die nicht zu Nekrosen geführt hatten, gute Erfolge erzielt.

Vereisung des Ischiadikus

LÄWEN (3) gab 1932 die Ischiadikusvereisung an. Die Nervenvereisung muß nicht nur die vasokonstriktorischen, sondern auch die motorischen und sensiblen Bahnen unterbrechen. Durch den LÄWENschen Vereisungsapparat wird der Nerv mindestens 40 Minuten mit Hilfe von Kohlendioxid unterkühlt.

Der Erfolg dieser Methode ist sehr kritisch zu bewerten, da die temporäre Schmerzfreiheit immer mit einer vorübergehenden motorischen Lähmung einhergeht, und der Patient nur mit einem Peroneusstiefel schmerzfrei laufen kann. LÄWEN empfahl, vor dieser Operation den Ausschaltungseffekt am Ischiadikus durch die Novokainblockade zu testen.

Die Novokainblockade des Sympathikus

Sie erfolgt durch Injektion von 10 - 30 ccm 1/2 - 1%iger Novokainlösung. Die Injektion kann fraktioniert in 5-minütigen Abständen bei liegender Nadel oder auch in einer einzigen Dosis erfolgen. Wegen der Überempfindlichkeit des Gefäßsystems gegenüber Adrenalin bei postganglionärer Ausschaltung ist die Verwendung von Superarenin als Zusatz zur Novokainlösung zu unterlassen. Die Injektion von Äthylalkohol im Anschluß an Novokain nach WHITE und PHILIPPIDES (4) verursacht zwar schwere Veränderungen an den vegetativen Ganglien, hat aber auch keinen Dauererfolg und ist daher wieder verlassen worden.

Die lumbale Grenzstrangblockade mit Novokain in Höhe von L II wurde von LERICHE (5) angegeben. Er ging mit der Nadel 2 - 3 Querfinger lateral des Processus spinalis ein. Dabei muß die Kanüle fast in senkrechter Richtung eingeführt werden, um an dem Wirbelkörper vorbeizugelenken. Diese Methode wurde wegen der Gefahr des Eindringens in die Foramina intervertebralia wieder verlassen. Die gebräuchlichste Methode folgt jener Empfehlung von KAPPIS (6), die für die Splanchnikusbetäubung angewandt wurde (Abb. 1).

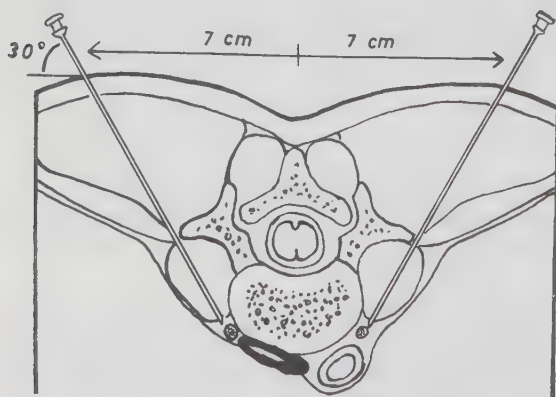


Abb. 1: Blockade des lumbalen Grenzstranges

Komplikationen mit Todesfolge treten hierbei nach VOLKMANN (7) in 0,04 % der Fälle ein. An Komplikationen herrschen bei der lumbalen Novokainblockade die Kreislaufsymptome vor. Die wichtigste davon ist der Kreislaufkollaps. Dazu kommen das retroperitoneale Hämatom mit nachfolgendem paralytischem Ileus und seltener Verletzungen der Dura an den Wurzeltaschen. Auch die Niere kann einmal punktiert werden mit der möglichen Folge eines Hämatopyelons.

Die Novokainblockade des Sympathikus wird aus zwei verschiedenen Gründen ausgeführt:

- 1) Als Therapie bei leichteren arteriellen Durchblutungsstörungen. HEGEMANN (8) empfiehlt eine 2 - 3malige Injektion von 1%igem Novokain ohne Adrenalin innerhalb von 24 Stunden. Es tritt eine wenn auch nur kurzzeitige Besserung der Symptome auf.
- 2) Als Testung, ob eine Sympathektomie erfolgreich sein wird. Gegen den Nutzen dieser Testung werden mehrere Argumente angeführt (9):
 - a) BITTNER (10) wies nach, daß noch 5 Monate nach einer Sympathektomierung eine Besserung der Durchblutung auftrat; die Entwicklung des Kollateralkreislaufes kann bis zu 6 Monaten dauern
 - b) die Injektion kann ungenau sein
 - c) es gibt kaum eine Objektivierung des Erfolges
 - d) es kann eine Unempfindlichkeit gegen das Lokalanästhetikum bestehen
 - e) es ist nie sicher, ob die Blockade vollständig ist.

O.WOLF (9) führte ohne Rücksicht auf den Effekt der Novokainblockade die Sympathektomie durch. Er stellte keinen Unterschied in der Zahl der Mißerfolge bei Patienten mit negativ und positiv verlaufener temporärer Blockade fest.

Patienten, die nicht ihre Einwilligung für die Sympathektomie geben, kann man durch die Novokainblockade den möglichen Therapieeffekt demonstrieren.

Die periarterielle Sympathektomie

Eine andere Methode, den vasokonstriktorisches Effekt des Sympathikus am Gefäß auszuschalten, ist die periarterielle Sympathektomie. Der Wert dieser 1913 von LERICHE (5) eingeführten Operation ist sehr umstritten. Bei diesem Eingriff wird von der Vorstellung ausgegangen, daß man mit der Adventitia vasokonstriktorisches Nervenfasern entfernen und so eine Vasodilatation herbeiführen könne. Da aber die Vasokonstriktoren nicht längs der Gefäße verlaufen, sondern mit den peripheren Nerven segmentär herantreten, läßt sich eine Ausschaltung der peripheren Vasokonstriktoren mit dieser Operation an dem kleinen Gefäßabschnitt nicht erzielen. Klinische Beobachtungen zeigten allerdings, daß sich nach dieser Operation auch die periphere Durchblutung manchmal sogar an der kontralateralen Extremität besserte. Von einzelnen Beobachtern werden diese Erfolge als unspezifische Reizwirkungen von Zellabbauprodukten infolge des operativen Traumas angesehen - ähnlich der Wirkungsweise der Skarifikation. Jedenfalls dürfte diese Operation nur dann in Betracht kommen, wenn noch kein obliteriertes Gefäß vorliegt und die betreffende Arterie noch zu einer vasomotorischen Reaktion fähig ist.

Zur periarteriellen Sympathektomie legt der Operateur die betreffende Arterie möglichst in ihrem proximalen Bereich frei; z.B. die Arteria femoralis unterhalb des Leistenbandes. Hierbei sind alle Kollateralen zu schonen. Sie dürfen auch bei Einmündung in den auszuschälenden Bereich des Hauptgefäßes keinesfalls unterbunden werden. An der mit zwei Zügeln festgehaltenen Arterie spaltet man die Adventitia mit dem Messer in einer Ausdehnung von mindestens 6 - 10 cm in Längsrichtung und schält sie vorsichtig unter Benutzung einer Präparierschere oder eines Dissektionshebels ringsherum möglichst in einem Stück ab. Die Abgrenzung der äußeren Arterienhülle von den anderen Gefäßschichten wird durch Einspritzen von 1%igem Novokain zwischen Adventitia und Media erleichtert. Beim Abpräparieren kommt es häufig zu einem Krampfzustand des Gefäßes, wodurch der Eingriff erschwert wird, und in den ersten Stunden nach der Operation vorübergehend eine Verschlechterung der peripheren Zirkulation eintritt.

Kontraindikation gegen diese Operation ist eine starke Arteriosklerose mit Kalkeinlagerung; es kommt dabei leicht zum Einreißen der Gefäßwand, was mit der Unterbindung der Arterienenden würde. Bedenkt man, daß bei der periarteriellen Sympathektomie der freigelegte Gefäßabschnitt von jeder Blutzufuhr abgeschnitten wird, so muß man über den Nutzen dieses Eingriffes starke Zweifel hegen. Ein so behandelter Gefäßabschnitt entspricht einem Autotransplantat (21). Er muß erst wieder Anschluß an neue, ernährende Adventitiagefäße gewinnen. Die Komplikationen wie arterielle Thrombosen, Ektasien oder Narbenstenosen finden hierin ihre Erklärung. Heute wird diese Operation nur im Zusammenhang mit einer rekonstruktiven Maßnahme wie Embolektomie, Thrombendarterektomie und Bypass gemacht.

Die Arterienresektion

LERICHE (5), einer der Wegbereiter der modernen Gefäßchirurgie, schlug 1917 erstmalig vor, bei völliger Obliteration einer Hauptarterie das verschlossene Arterienstück herauszuschneiden. Diese Handlungsweise erscheint auf den ersten Blick widersinnig, sie ist aber von LERICHE sehr einleuchtend begründet worden: Die Wände obliterierter Arterien sind immer narbig und entzündlich verändert. Dadurch werden die nervös-vegetativen Elemente in einem krankhaften Dauerreizzustand gehalten. Die Vaskonstriktion beschränkt sich aber hierbei nicht nur auf das von der Obliteration betroffene Arterienstück, sondern betrifft auch die für die Blutversorgung wichtigen Kollateralen. FONTAINE und SCHATTNER (13) bestätigen diese Ansicht durch experimentelle Untersuchungen bei Hunden (1935). Sie fanden nämlich, daß nach Ausschneidung eines Arterienstückes die Durchblutung des abhängigen Gewebes besser war, als wenn eine umschriebene Thrombose gesetzt worden war.

Heute ist die Arterienresektion ebenfalls in ihrem therapeutischen Wert umstritten. Sie ist nur erlaubt, wenn der Arterienabschnitt vollständig verschlossen ist. Größtmögliche Schonung der Kollateralen ist oberstes Gesetz. Durch Arterio-

graphie vor oder notfalls während des Eingriffes, sowie Probestichpunktionen bei der Operation, muß der Operateur die Ausdehnung des obliterierten und zu resezierenden Gefäßabschnittes genau feststellen. Es empfiehlt sich, die Exstirpation des verstopften Segmentes peripher zu beginnen, um einer Ausstreuung von Thromben nach distal vorzubeugen.

LERICHE(5) und andere haben gezeigt, daß sich auch bei chronischen thrombotischen Verschlüssen der terminalen Aorta und Iliaca die Kollateralversorgung (über A.mesenterica inferior, Aa.lumbales, A.iliaca interna) nach Resektion des verlegten Gefäßabschnittes gelegentlich bessert. Eine solche Resektion ist nur dann angebracht, wenn das Gefäß distal des Verschlusses überhaupt noch erweiterungsfähig ist, und nicht multiple, ausgedehnte, obliterierende Veränderungen vorliegen. Der Eingriff ist nur dann erlaubt, wenn der Thrombus sich nach kranial nicht über die A.mesenterica inferior hinausentwickelt hat und nach kaudal nicht auf die A.iliaca externa übergreift. Bei starken arteriosklerotischen Veränderungen der Aorta und bei schlechtem Allgemeinzustand soll der Operateur auf die gefährliche Aortenresektion verzichten und sich mit der Exstirpation beider Aa.iliacae communes oder auch nur mit der lumbalen Grenzstrangresektion beidseitig begnügen. Wenn die A.iliaca externa thrombosiert ist, dann ist eine Gefäßresektion nutzlos und sogar kontraindiziert. Bei kranialer Ausdehnung der Aortenthrombose bis über die A.mesenterica inferior hinaus ist wegen der drohenden Einengung der als Kollateralgefäß wichtigen Arteria lumbalis I und wegen der Gefahr einer Verlegung der lebenswichtigen Arteria renalis in der Regel von der Aortenresektion abzuraten (8).

Heute werden die Arterien- bzw. Aortenresektionen nur in Kombination mit rekonstruktiven Gefäßoperationen wie Gefäßtransplantationen im Bereich des Gebietes des resezierten Gefäßes oder mit der Desobliteration des distal der resezierten Arterie liegenden Gefäßabschnittes ausgeführt.

Die Ramikotomie

Die Durchtrennung prä- und postganglionärer Sympathikusfasern soll unter Schonung des längsverlaufenden Grenzstranges selbst die Durchblutung in den zugeordneten segmentalen Gebieten steigern. Dabei werden die jeweiligen Grenzstrangganglien freigelegt, die dem befallenen peripheren Gebiet entsprechen. Man läßt die Ganglien und die Rami internodiales intakt, durchtrennt aber:

- a) die Rami communicantes albi vom Rückenmark zum Spinalganglion
- b) die Rami communicantes grisei vom Sympathikusganglion zum Spinalnerv

Dieses Verfahren ist heute wieder verlassen worden, da die Indikationsstellung schwierig ist und der Erfolg im allgemeinen nicht befriedigt. SUNDER-PLASSMANN empfiehlt die Anwendung dieser Methode bei schmerzhaften trophischen Störungen, die man bestimmten Rückenmarkssegmenten zuordnen kann (14).

Von diesen Operationen werden nur noch die periarterielle Sympathektomie und die Arterienresektion im Zusammenhang mit der rekonstruktiven Gefäßoperation ausgeführt. Die Möglichkeit der Besserung der peripheren Durchblutung durch die bilaterale Epinephrektomie durch J. Ferrand ist noch im Stadium des Versuches und der Hypothese (15). Ähnlich ist die Splanchnikektomie und die Parathyreoidektomie zu beurteilen. So haben von den palliativen Operationen im Zeitalter der Gefäßchirurgie nur noch die Sympathektomie und als ultima ratio, die Amputation, ein größeres Indikationsgebiet.

DIE SYMPATHEKTOMIE

Die Sympathektomie steht im Mittelpunkt der palliativen Chirurgie bei arteriellen Durchblutungsstörungen. Bis zur Einführung der plastischen Gefäßchirurgie war sie die am ehesten erfolgsversprechende Operation.

Seit vier Jahrzehnten wird die Grenzstrangresektion ausgeführt. Die Erstoperateure waren 1924 DIEZ, ROYLE, ADSON, LERICHE und die Japaner ITO und OSHAWA (14). Die Wegbereiter dieser Operation in Deutschland waren HÄRTEL (zunächst in Japan), BRÜNING, STAHL, RIEDER, SAUERBRUCH, KAPPIS, USADEL, KIRSCHNER, RÖPKE, K.H.BAUER und LEHMANN.

Bald nachdem in der Literatur die ersten erfolgreichen Fälle veröffentlicht waren, wurde die Sympathektomie in exzessivem Maße besonders in den Vereinigten Staaten (DE TAKATS, 17) angewandt, da sie eine einfache, standardisierte Operation war, die von einem geübten Operationsteam in 30 - 40 Minuten ausgeführt werden konnte. Patienten mit kalten Händen, kalten Füßen, Wurzelschmerzen, niedrigem Stoffwechselumsatz mit Anämie, diabetischer Neuropathie, irreversibler arteriosklerotischer Ischämie oder arteriosklerotischer Gangrän wurden mit dieser Methode behandelt. Bei dieser unkontrollierten und univ ersellen Anwendung der Sympathektomie blieben Mißerfolge in steigendem Maße nicht aus.

Um die Wirkungsweise der Grenzstrangresektion verstehen zu können, müssen zuerst die Anatomie und die Physiologie des vegetativen Nervensystems - besonders des sympathischen - betrachtet werden.

Die Anatomie des sympathischen Nervensystems

Die übergeordneten vegetativen Zentren befinden sich im Hypothalamus und in der Medulla oblongata. Durchtrennt man das Rückenmark im Bereich des unteren Zervikal- oder oberen Thorakalmarkes, so erweitern sich die Gefäßbezirke, die von denjenigen Rückenmarkssegmenten nervös versorgt werden, die kaudal von der Durchtrennungsstelle im Rückenmark liegen.

Wird der distale Rückenmarksstumpf gereizt, so verengen sich die Gefäße (LANDOIS-ROSEMAN, 18). Im ersteren Fall tritt häufig ein beträchtliches Absinken des Blutdruckes auf und außerdem eine Erhöhung der Hauttemperatur an den Körperabschnitten, die von unterhalb der Durchtrennungsstelle gelegenen Rückenmarksabschnitten vegetativ versorgt werden. Diese Beobachtung führte zur Annahme eines in der Medulla oblongata gelegenen übergeordneten Vasomotorenzentrums. O.FOERSTER (19) ordnete diesem medullären Vasomotorenzentrum ein hypothalamisches über, das sich in ein vorderes parasympathisches mit den Kernen Nucleus supraopticus, Nucl. paraventricularis, Nucl. ventromedialis und Nucl. dorsomedialis und in ein hinteres, sympathisches Gefäßnervenzentrum aufteilen läßt. Das parasympathische Zentrum erzeugt Pulsverlangsamung und Vasodilatation, das sympathische Tachykardie, Vasokonstriktion und Blutdrucksteigerung (Abb. 2)

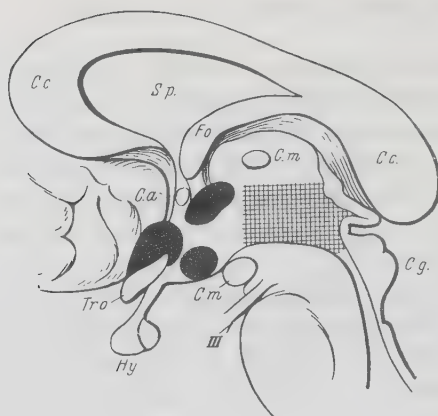


Abb. 2 Schematische Darstellung der parasympathischen und sympathischen Kerngruppen des Hypothalamus; erstere sind schwarz dargestellt, das sympathische Areal ist schraffiert. (Nach O.FOERSTER, 1939, (19) - C.c. Corpus callosum; S.p. Septum pellucidum; C.m. Commissura mediana; Fo. Fornix; Tr.o. Tractus opticus; C.a. Commissura antica; C.m. Corpus mammillare; Hy. Hypophyse; C.q. Corpora quadrigemina; Medianschnitt durch das Mittelhirn

Die vegetativen Fasern steigen im Rückenmark ab und besitzen in der grauen Substanz ihre Wurzelzellen; der Parasympathikus von C I - Cocc II im Nucleus intermediomedialis, der Sympathikus von C VIII bis L III im Nucleus intermediolateralis. Durch die Rami communicantes albi wird das Rückenmark mit dem Grenzstrang verbunden, der sich zu beiden Seiten der Wirbelsäule von der Schädelbasis bis zur Steißbeinspitze erstreckt. (Abb. 3)

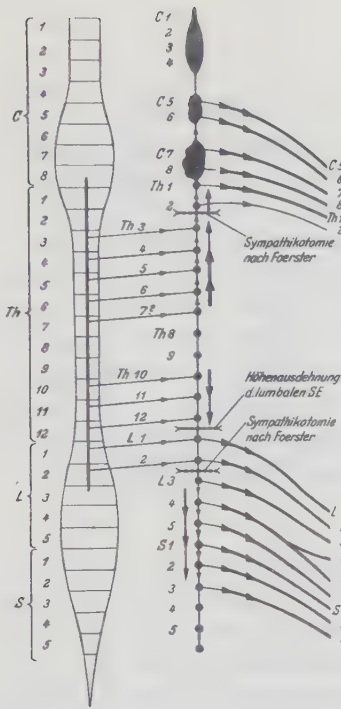


Abb. 3 Schematische Darstellung der sympathischen Seitenhornsäule des Rückenmarks (C8-L3) des Sympathikus-Grenzstranges — obere Grenze, --- untere Grenze der gebräuchlichsten Methoden der Resektion des Grenzstranges (nach BLOCK 28)

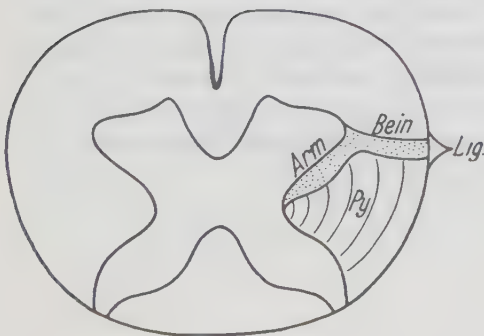


Abb. 4 Lage der im Rückenmark absteigenden dienzehalospinalen Vasokonstriktorenbahn durch Pünktelung markiert (nach O.FOERSTER, 19, 1939)

Rami communicantes albi et grisei

Am Rückenmark treten die vasomotorischen Nerven mit den vorderen spinalen Wurzeln aus und gehen nunmehr als Rami communicantes albi in den Grenzstrang des Sympathikus (präganglionäre Fasern). Ein Teil der Fasern wird hier umgeschaltet und tritt als postganglionäre Fasern (Ramus communicans griseus) zu den peripheren Nerven, während der andere den Grenzstrang ohne Unterbrechung durchläuft und erst in den Ganglien für die Eingeweide (Plexus coeliacus und Plexus mesentericus) umgeschaltet wird. Sympathische Synapsen außerhalb der paravertebralen Ganglien können im Stamm der peripheren Nerven am Abgang des Ramus communicans albus liegen. Die Bahnen dieser Ganglien werden bei der üblichen Grenzstrangresektion nicht betroffen.

Die postganglionären Fasern des Sympathikus für das Bein entspringen den Wurzeln Th XII, L I - L V und den oberen drei sakralen Ganglien S I - S III (O.FOERSTER). Wird der Grenzstrang zwischen L II und L III durchgeschnitten, so ist die Mehrzahl aller präganglionären Fasern des Beines unterbrochen. Die sympathischen Nervenfasern gelangen mit den Gehirn - bzw. Rückenmarksnerven in das Innervationsgebiet, wo sie segmentär zu den Gefäßen treten. In der Adventitia und "Periadventitia" bilden sie ein die Gefäße umspinnendes, nervöses Geflecht. Die Fasern durchdringen noch die Media und Intima. Nach STÖHR (20) ist das Ende des autonomen Nervensystems ein Kontinuum, dessen Peripherie in dem Terminalretikulum besteht.

Die Beziehung des postganglionären sympathischen Nerven zum Rückenmark und Grenzstrang zeigt die Abb. 5

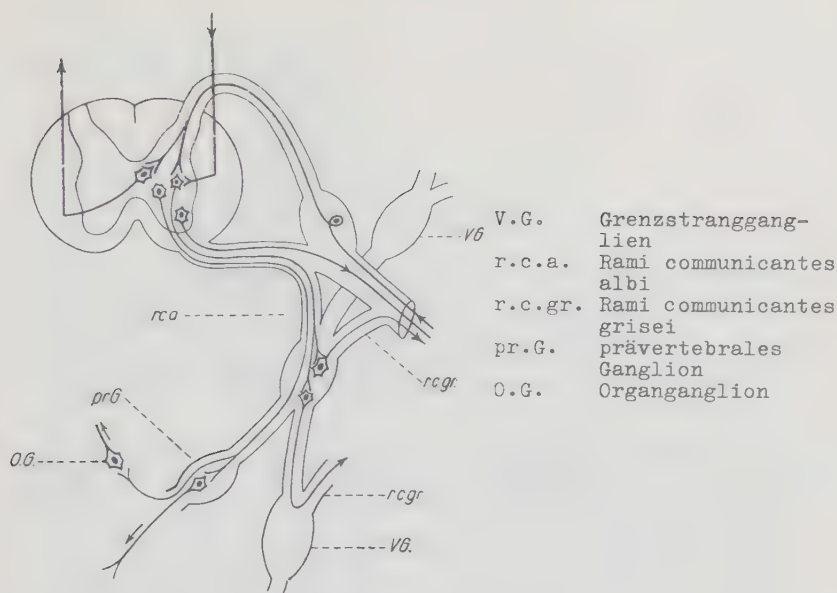


Abb. 5 Verlauf der Sympathikusfasern.

In der Haut teilen sich die sympathischen Fasern in drei Anteile. Sie versorgen die Blutgefäße, die Musculi erectores pilorum und die Schweißdrüsen. Die Nervenendigungen an den Schweißdrüsen und Haarbalgmuskeln sind im Gegensatz zu den übrigen sympathischen postganglionären Fasern cholinerg.

Durch die Funktion der Schweißdrüsen kann man die den Lumbalganglien zugeordneten Sympathikussegmente der Haut bestimmen. Die Segmenteinteilung, wie sie mit Hilfe des MINORSchen Schwitzversuches gewonnen wurde, zeigt die unten stehende Abbildung (Abb. 6).

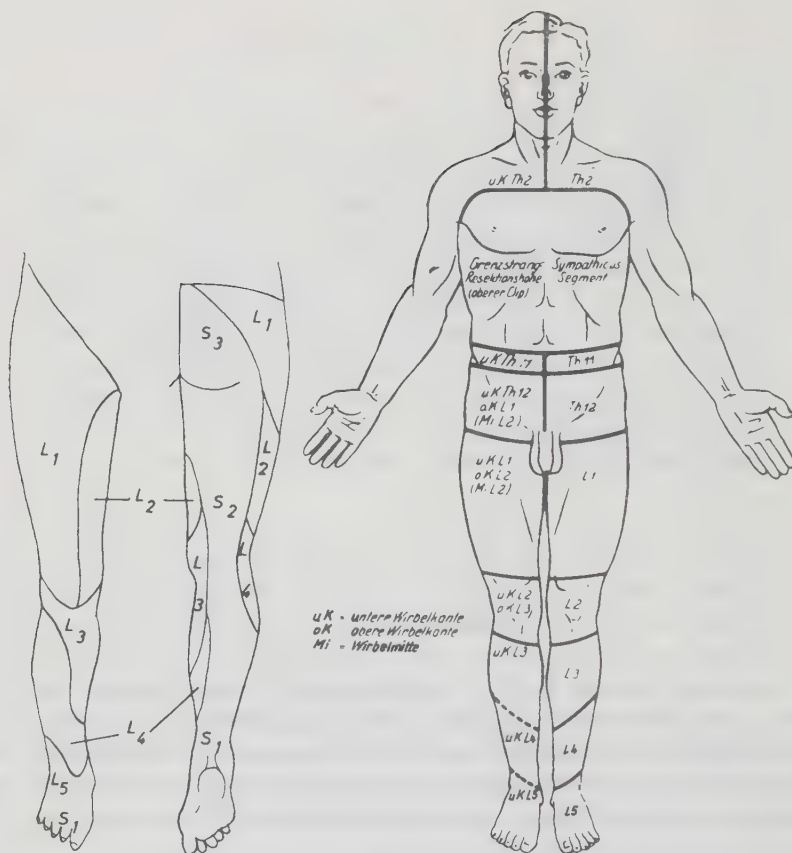


Abb. 6 a) Sympathikussegmente der Haut an den unteren Gliedmaßen. b) Sympathikussegmente, die durch den Schwitzversuch bestimmt wurden. Die an den Resektionsgrenzen angelegten Silberclips erlauben eine höhenmäßige Zuordnung zu bestimmten Wirbelkörpern. Auf der rechten Körperhälfte die obere Resektionsgrenze (Höhe des oberen Clips). Auf der linken Körperhälfte die oberen Grenzlinien der Segmente (aus MEYER-BURGDORFF) (21). Sitz des oberen Clips: uK = untere Kante, oK = obere Kante der Wirbelkörper.

Die operative Technik

Als Zugang zum lumbalen Grenzstrang sind vier Wege möglich:

- 1) von ventral transperitoneal
- 2) von ventral extraperitoneal
- 3) von der Flanke halbventral extraperitoneal
- 4) von der Flanke halbdorsal extraperitoneal

K.H.BAUER (22) geht grundsätzlich durch das Bauchfell zum lumbalen Grenzstrang vor. Doch die überwiegende Anzahl der Autoren führen die extraperitoneale Sympathektomie aus. Sie führen als Grund an, daß infolge des häufig über dem lumbalen Grenzstrang anzutreffenden entzündlichen Lymphstranges eine vorübergehende Drainage hinter dem Bauchfell vorgenommen werden müsse (1, 5, 12, 14).

An unserer Klinik wird der Grenzstrang von der Flanke halbventral extraperitoneal angegangen. Der Patient liegt auf dem Rücken, die Flanke leicht erhöht. Dazu wird der Tisch leicht in Höhe des Lumbalteiles der Wirbelsäule geknickt. Dadurch wird der Musculus psoas entspannt. Nach Anlegen eines Wechselschnittes in der Flanke wird der Peritonealsack stumpf nach vorne geschoben und zwei große Spiegelhaken vorgelegt. Vor dem M.psoas geht man direkt auf die Wirbelsäule zu. Den rechten Grenzstrang findet man nach Abschieben der Vena cava. Wenn der Finger leicht quer über den Wirbelkörper gleitet, kann der Grenzstrang getastet werden. Bei Nachresektionen geht man im unberührten Gewebe, also subdiaphragmal vor, da der Grenzstrang oft fest mit dem Narbengewebe verbacken ist. Die kleinen querverlaufenden Venae lumbales kann man zwischen Clips, die stärkeren in doppelter Ligatur durchtrennen. Der Grenzstrang wird in Höhe des zweiten oder dritten Lumbalganglions durchschnitten, und von ihm mindestens zwei Ganglien entfernt. Das unterste übriggebliebene Ganglion wird durch einen Silberclip markiert, damit bei der Röntgenkontrolle die Höhe der Resektion bestimmt werden kann. Es empfiehlt sich vom resezierten Gewebe einen Schnellschnitt anfertigen zu lassen um zu prüfen, ob es sich wirklich um Nervengewebe handelt und nicht zum Beispiel um einen entzündlichen veränderten Lymphstrang. Wird der Grenzstrang nicht gefunden, so sollen nach LERICHE (KUNLIN 15) alle auf den Wirbelkörpern liegende Ligamente oder nervöse, weiter nicht differenzierbare Fasern vom Rand des Psoasmuskels bis zur Mitte der Wirbelkörper quer durchschnitten werden.

Höhe der Resektion

Die Frage, welche Ganglien des Grenzstranges reseziert werden müssen, ist heftig diskutiert worden; bis jetzt aber wurde keine Übereinstimmung in dieser Frage erzielt.

In den Anfangsjahren der Grenzstrangresektion hielt man es für notwendig, bei Durchblutungsstörungen der unteren Extremitäten die beiden ersten Sacralganglien zu entfernen (1). Die Einbeziehung der beiden ersten Sacralganglien bezeichneten LERICHE und FONTAINE (5) als bedeutungslos. VOSS (23) kam aufgrund seiner Beobachtungen an der Rostocker Klinik zu der Ansicht, daß die hohe Grenzstrangresektion im Lumbalteil (L I + L II mit Durchtrennung des Splanchnikus) der tiefen Grenzstrangresektion gleichwertig sei. Er ist der Meinung, daß beide Eingriffe bei richtiger Indikationsstellung eine gleich gute Wirkung auf die Durchblutung haben. Er behauptet sogar, daß bei Mißerfolg einer Sympathektomie nicht ohne weiteres von einer Nachresektion abgesehen werden dürfe. In einem Fall konnte er beobachten, daß nach hoher lumbaler Grenzstrangresektion nur eine Besserung der Durchblutung des Unterschenkels eintrat, aber durch nachträgliche Entfernung der ersten zwei Sacralganglien die Durchblutung des Fußes noch verbessert wurde. Nach MEYER-BURGDORFF (21) richtet sich die Höhe und Ausdehnung der Resektion nach der Verschlußlokalisation. Er reseziert:

- a) bei Unterschenkelverschlüssen L II - L IV
- b) bei Femoralisverschlüssen L I - L III
- c) bei Verschlüssen der Beckenarterien und der Aorta abdominalis
Th XII - L III

Eine andere Empfehlung gaben HOHF, DYE, OLWIN und JULIAN (24) aufgrund ihrer Versuche. Sie behandelten 6 Monate abwechselnd jeweils einen Patienten mit einer Resektion der Lumbalganglien L II und L III, einen mit Resektion der Ganglien Th XII - L III.

Patienten mit bilateraler Sympathektomie wurden auf der einen Seite die Ganglien L II - L III, auf der anderen die Ganglien Th XII - L III reseziert. An 47 Patienten wurden 60 Grenzstrangresektionen durchgeführt, 31 in Höhe L II - L III, 29 in Höhe Th XII - L III.

Das Ergebnis wies bei der gewöhnlichen lumbalen L II - L III Sympathektomie keine signifikanten Nachteile gegenüber der thorakolumbalen Sympathektomie auf. Positive Ergebnisse wie Erhöhung der Hauttemperatur, Vergrößerung der Gehstrecke, Heilung von Ulcera, subjektive Besserung, waren bei beiden Methoden im gleichen Prozentsatz vorhanden.

LILLY, SMITH, BIGGANE und JANA (25) bewiesen dagegen Besserung bei 54 % der tiefen L II - L III Sympathektomien, bei 78 % der hohen Th XII - L III Sympathektomien und bei 89 % der Reoperationen nach tiefen Sympathektomien mit Resektion von Th XII-L I. KUNLIN (15) erzielt eine maximale Vasodilatation durch Exstirpation aller lumbalen Grenzstrangganglien. Im allgemeinen hat sich die Ansicht durchgesetzt, daß die Resektion der Ganglien L II - L III oder L II - L IV ausreicht. Die Unterschiede der in der Literatur angegebenen Erfolgszahlen dürften von der unterschiedlichen Auswahl des Krankengutes oder der unterschiedlichen Auswertung der Ergebnisse abhängen.

Die hohe Zahl negativer Ergebnisse, die zum Teil durch postoperative sympathische Einflüsse bewirkt wird, ist durch das Vorhandensein von akzessorischen sympathischen Wegen zu erklären. Diese befinden sich nach RAY und CONSOLE (26) in Höhe der Neuromere Th XII - L III des Rückenmarkes. Diese akzessorischen Ganglien enthalten präganglionäre Fasern durch die ventralen Wurzeln der Rückenmarksnerven. Die postganglionären Fasern gehen dann vom Plexus aorticus oder mesentericus zu den zugehörigen Nerven. Diese akzessorischen Nebenschlüsse

können nicht durch Entfernung eines Teiles der Truncus sympathicus beeinflußt werden. Nur die Durchschneidung der ventralen Wurzeln der Spinalnerven kann diese sympathischen Effekte verhindern (RAY und CONSOLE 26).

Im Lendengebiet fand FAGARANASSU (27) den Grenzstrang in 43 % der Fälle streckenweise aufgeteilt; bei 34 % lagen die Ganglien sogar mehr oder weniger weit vom Grenzstrang entfernt im Psoas eingebettet oder in enger Beziehung zu den Lumbalarterien. Das zu wissen ist nötig, um die Ursachen von Mißerfolgen wenigstens zum Teil in der Unkenntnis solcher anatomischen Varianten zu suchen und nicht im Operationsprinzip (BLOCK 28). Besonders im Lendengebiet können auch Rami internodiales vor den Wirbelkörpern von der einen zur anderen Seite ziehen und dadurch, falls sie übersehen werden, eine Möglichkeit für einen ungenügenden Operationserfolg abgeben.

WIRKUNG AUF DURCHBLUTUNG UND STOFFWECHSEL

Die Kollateralen

LERICHE (5) fand, daß bei den meisten Durchblutungsstörungen nicht die Obliteration eines Hauptastes für sich allein zum Gewebstod im abhängigen Versorgungsgebiet führen muß, sondern vielmehr die spastische Drosselung des Kollateralkreislaufes. Kann das organisch verschlossene Gefäß in vielen Fällen nicht wieder durchgängig gemacht werden, so ist es doch oft möglich, die spastisch gedrosselten Kollateralen zu beeinflussen und den Organismus zu zwingen, die Schleusen des Nebenkreislaufes zu öffnen. Durchblutungsschäden, die auf spastisch-funktionellen Störungen allein beruhen, haben sehr günstige Heillaussichten, wenn die Sympathektomie angewandt wird.

Solche schwer zu lösenden Verkrampfungen der Gefäßmuskulatur kommen aber, wie die Angiographie gezeigt hat, offenbar kaum vor. Die Erfolge müssen wir heute wie BLOCK (28) vor allem darin sehen, daß die Operation über Lockerung der Arteriolen den Blutstrom in den Kollateralen steigert. Diese vermehrte Strömung ist aber, wie an der Klinik RATSCHOWS in Darmstadt gezeigt wurde (28), der adäquate Reiz zur Erweiterung und Verbreiterung der Gefäße.

Die arteriovenösen Shunts

Die Sympathektomie also unterbricht die vasokonstriktorisches Fasern der Extremitäten. Die Hauptgefäße der Akren reagieren am stärksten auf die sympathischen Reize (32). Da hier die arteriovenösen Anastomosen besonders häufig sind, steigt durch die Sympathektomie die Hautdurchblutung besonders stark an. Die Shunts sind nur einige Stunden bis wenige Tage offen und die Sauerstoffsättigung nimmt, da die Kapillaren umgangen werden, im venösen Teil des Gefäßsystems erheblich zu.

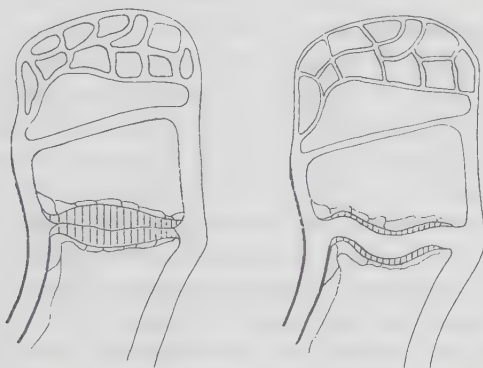


Abb. 7 geschlossene und geöffnete Anastomose (nach DE TAKATS (27))

Wenn jedoch die Shuntöffnung von einer kompensatorischen Erhöhung der Blutdurchströmung wegen weit fortgeschrittener Durchblutungsstörungen nicht begleitet wird, werden die Zehen blaß und kälter als zuvor; ein paradoxer Abfall der Hauttemperatur tritt auf. In solchen Fällen muß die Sympathektomie mit kleineren Amputationen (z.B. der Zehen) kombiniert werden, wie das bei Endangitis obliterans relativ häufig der Fall ist.

Früher war man nicht sicher, ob es arteriovenöse Shunts im Skelettmuskel gibt. SAUNDERS (29) zeigte 1957 durch Mikroinjektionen ihre Existenz auf. Er bestätigte die Hypothese BARCROFTS (30) von der anatomischen Seite: BARCROFT nimmt eine doppelte Blutzirkulation im Muskel an:

- 1) Eine über Anastomosen führende Blutzirkulation, die aus arteriovenösen Shunts, Bypässen, "Vorzugskanälen" besteht, die durch das Vasomotorenzentrum reguliert wird, und
- 2) eine nutritive Zirkulation, die hauptsächlich über das Kapillarbett geht, und durch Metaboliten und Vorgänge, die nicht unter nervöser Kontrolle stehen, beeinflußt wird.

Am besten kann man die Wirkung der Sympathektomie an Extremitäten objektivieren, die wegen Hyperhydrose oder tiefer venöser Thrombosen sympathektomiert wurden. Hier nämlich ist das arterielle Gefäßgebiet noch intakt. Unmittelbar nach der Operation ist eine steile Zunahme der Durchblutung wie Hauttemperatur innerhalb 1 - 2 Tagen zu verzeichnen. In ungefähr zwei Wochen geht die Durchblutung bis auf den zweifachen präoperativen Ausgangswert zurück. Die Temperatur bleibt jedoch auf dem gleichen erhöhten Niveau. Es ist überraschend, daß die obere Extremität viel stärker auf die Sympathektomie reagiert. Nahm bei den Füßen die Durchblutung unmittelbar postoperativ viermal so große Werte wie vor der Operation ein, so zeigten die Hände eine 8-fache Zunahme der Durchblutung. Bei beiden Extremitäten stellt sich nach 2 Wochen der gleiche Wert ein,

nämlich der doppelte Ausgangswert. Die Hauttemperatur nimmt an der oberen wie an der unteren Extremität um 5 - 6°C zu. Der Effekt der Sympathektomie ist umso stärker, je höher präoperativ der nervale Gefäßtonus war. Dieser ist in den Akren der Extremitäten am größten, in der mehr proximalen Haut der Extremitäten und in den Skelettmuskeln geringer. Die Temperatursteigerung an den Fingern und Zehen bleibt länger bestehen (siehe Abb. 8). Die Hauttemperatur hat noch nach 3 Monaten die gleiche Höhe wie kurz nach der Sympathektomie. Die Ursachen dieser Diskrepanz zwischen Durchblutungs- und Temperaturmessungen ist nicht sicher bekannt. Es wird folgendes angenommen:

- 1) isoliertes Offenbleiben der arteriovenösen Anastomosen
- 2) vermehrte Wärmeabgabe infolge dilaterierter Venen
- 3) Fehlen der Schweißsekretion (32).

Der frühe Abfall der Durchblutung auf den doppelten Ausgangswert wird gewöhnlich mit dem Wiederauftreten des "intrinsic tonus" erklärt. Jedoch die endgültige Zunahme der Durchblutung kann in vielen Fällen den Unterschied zwischen Überleben der Extremität oder Auftreten einer Gangrän ausmachen.

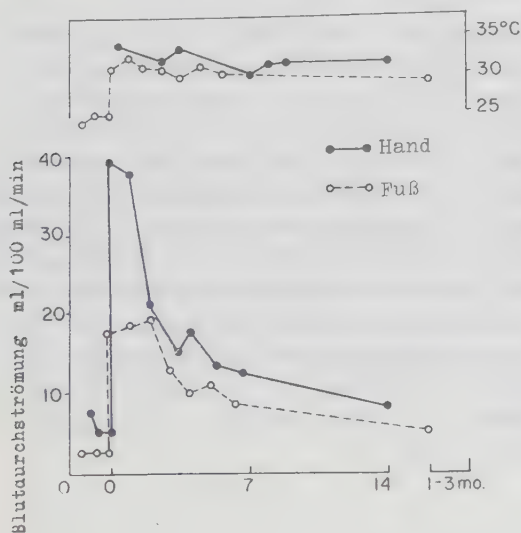


Abb. 8

Temperatur der Finger und Zehen, sowie Hand- und Fußdurchblutung nach Sympathektomie (nach H. BARGROFT 30)

Nach Ausschaltung des Sympathikus hängen die Gefäßweite und Stromstärke nur noch von lokalen und humoralen Faktoren sowie von der Blutdruckhöhe ab. Ein gleichzeitiger Abfall des Blutdruckes kann daher den erstrebten therapeutischen Effekt der Grenzstrangresektion vermindern oder sogar aufheben.

Humoral-nervöse und chemische Einflüsse auf den sympathektomierten Gefäßabschnitt

Adrenalin wie Noradrenalin werden durch efferente sympathische Reizung freigesetzt. Diese Substanzen werden durch ein Ferment, die Aminooxydase, abgebaut. Dieses Ferment ist sehr empfindlich gegenüber verminderter Sauerstoffsättigung. Sobald die Sympathektomie die Sauerstoffspannung im Gewebe steigert, wirkt sie auch dadurch positiv, daß sie die lokal wirkenden Vasokonstriktoren eliminiert und den sonst unvermeidlichen Circulus vitiosus der Hypoxie verhindert.

Bei der Sympathektomie werden neben den präganglionären Fasern immer auch postganglionäre Fasern durchtrennt. Dies hat eine Überempfindlichkeit des Gefäßsystems gegen Adrenalin zur Folge. Nach BURN (31) soll es sich histochemisch um eine Verarmung des desympathisierten Gewebes an Aminooxydasen handeln. MEYER-BURGDORFF bringt dies mit dem Phänomen der paradoxen Reaktion, einer nicht vorauszusehenden und schwer erklärbaren Verschlechterung der Durchblutung im desympathisierten Gebiet in Zusammenhang. Es sollten deshalb die Resektionsgrenzen so gelegt werden, daß möglichst nur präganglionäre Fasern durchtrennt werden. Da aber die Anteile des sympathischen Systems vermischt sind, werden bei Durchtrennung des Grenzstranges stets sowohl prä- als auch postganglionäre Fasern betroffen. Bei der lumbalen Sympathektomie werden in Höhe L II - L III überwiegend präganglionäre Fasern durchtrennt (19).

SCHOOP (32) erklärte die schnelle Rückkehr des Gefäßtonus nach Sympathektomie durch humoral-nervöse Reaktionen:

- a) im Muskel könnte die lokal-chemische Steuerung die Durchströmung wieder auf einen Wert zurückführen, der dem Stoffwechsel angepasst ist
- b) die Überempfindlichkeit denervierter Gefäße gegenüber Adrenalin und Noradrenalin kann die Durchströmung besonders der Haut reduzieren. Allerdings würde der Blutspiegel dieser Stoffe kaum ausreichen, die Rückkehr des Tonus völlig zu erklären
- c) eine starke Abnahme des Acetylcholingehalts der Arterienwand, die wenige Tage nach der Sympathektomie eintritt (GRANT 33), führt zu einem Überwiegen des sympathischen Tonus.

Jetzt seien noch zwei sehr optimistische Einstellungen gegenüber der Sympathektomie aufgeführt, die typisch für die Zeit vor Beginn der rekonstruktiven Gefäßoperationen waren. So beurteilt DE TAKATS (17) die Grenzstrangresektion:

Durch die Sympathektomie wird eine dauerhafte Durchblutung erreicht, die doppelt so stark ist wie die vor der Operation. Die Lähmung der vasokonstriktorisches Momente befreit die Extremität vom Einfluß der aufrechten Haltung, der durch Reflexe ausgelösten Kälte und von den emotionalen Stimuli. Dadurch wird die Extremität in eine Lage gebracht, die DE TAKATS schwärmerisch schildert: "Die sympathektomierte Extremität liegt waagrecht im Bett, eingewickelt in Watte in einem Klima wie im südlichsten Landstrich von Florida, befreit von hypothalamischen Impulsen, als wenn der Besitzer in einem Zustand von Euphorie wäre oder unter Einwirkung von Tranquilizern stünde."

Etwas nüchterner zeigt RIEDER (1) die Vorteile der Sympathektomie auf:

- 1) Es werden alle übergeordneten tonischen Impulse ausgeschaltet, die Gefäße kommen somit auf ein niederes Tonusniveau

- 2) Es kommt zu einer Gefäßerweiterung und damit zu einer wesentlich besseren Durchblutung der peripheren Abschnitte; zu einer dadurch bedingten Erhöhung der Hauttemperatur. Da die Blutdurchströmung nach dem HAGEN-POISSEUILLESchen Gesetz mit dem Radius des Gefäßes in der 4. Potenz zunimmt ($V \sim r^4$), bewirkt schon eine geringe Vasodilatation eine erhebliche Mehrdurchblutung
- 3) Die Schweißsekretion wird gehemmt. Dadurch werden die Wirkungen des Schweißes - die Kühlung, Förderung der Mazeration und Infektion (34) eliminiert
- 4) Die Unterbrechung der schmerzleitenden vegetativen Fasern
- 5) Die deutliche Erweiterung der Kapillaren auf der operierten Seite.

PARADOXE REAKTION

Die Sympathektomie ist nur dann sinnvoll, wenn die Gefäßweite der betroffenen Extremität sich noch funktionell verändern lässt. Die Ausschaltung der Vasokonstriktoren soll das Auftreten von Gefäßspasmen beseitigen und den spastisch verengten Kollateralkreislauf erweitern. Die Sympathektomie muß also in der Lage sein, das Blutdefizit der gestörten Extremität auszugleichen. Betrachtet man die Mannigfaltigkeit der Symptomatik von den kalten Füßen angefangen bis zu den schwersten Mangelerscheinungen mit einer Gangrän, so kann man verstehen, daß nicht immer mit der Sympathikusausschaltung die Durchblutungsstörung behoben oder auch nur gebessert werden kann. HENSEL (35) konnte mit dem Strömungskalorimeter und der Muskelsonde nachweisen, daß nach der Sympathektomie zwar eine bessere Hautdurchblutung, nicht aber eine Zunahme der Muskeldurchblutung auftritt. Er stellte sogar eine Abnahme der Muskeldurchblutung fest. RIEBEN (36) betont, daß durch Herabsetzung des Blutstromwiderstandes keine effektive Hyperämie auftritt.

BLOCK (28) lehnt die Annahme ab, daß nur die Haut nach Sympathektomie mehr durchblutet werde - die Strumpfwärme-Einwirkung - die Muskulatur aber nicht, da die Muskelgefäße keinen anderen anatomischen Bau als die Hautgefäße besitzen. BARCROFT (30) konnte nach Sympathektomie eine Verdoppelung des Blutstromes in der Muskulatur nachweisen.

In den Gefäßgebieten, die von vorneherein einen hohen sympathischen Tonus besitzen, ist die Sympathektomie am wirksamsten. In der Muskulatur, in der die sympathische Gefäßregulation weniger ausgeprägt ist, wird die Durchblutung weniger gebessert. So können diese Gebiete mit geringem sympathischen Tonus eine Minderdurchblutung auf Kosten der besser durchbluteten Bezirke (Haut) erleiden. Man spricht dann von einem sogenannten "Borrowing-Lending - Phänomen" (HESS 37). Beim gesunden Gefäßsystem vermag allerdings der Organismus durch Steigerung des Herzminutenvolumens eine solche Mangeldurchblutung in bestimmten Gefäßbezirken zu kompensieren. Der Blutdruck sinkt nach ausgedehnten Sympathikusblockaden ab, da das Blut in den erweiterten Gefäßen versackt und das Herzminutenvolumen abnimmt. Deshalb ist es leicht zu verstehen, daß eine Verminderung des gesamten Stromzeitvolumens in der Peripherie eintritt. Die bekannte "paradoxe Reaktion", die nach der Sympathektomie ab und zu beobachtet wird, (WANCKE 38 und MEYER-BURGDORFF 21 ca. 1 %) führt HESS (37) auf die zwangsläufige Verminderung des gesamten Stromzeitvolumens in der Peripherie nach der Grenzstrangresektion zurück. Dabei glaubt er auch, daß durch den Operationsschock der unerwünschte Effekt noch potenziert werden könne. HESS (37) vertritt die Ansicht, daß durch Steigerung der Thrombinaktivität, die nach der Operation fast regelmäßig auftreten soll, eine Thrombosierung der erkrankten Gefäße erheblich erleichtert würde.

REIN (39) konnte zeigen, daß nach Sympathikusausschaltungen neben einer Zunahme der Blutdurchströmung in der Peripherie auch eine Steigerung des *o x y d a t i v e n* lokalen Stoffwechsels eintritt. Die Grenzstrangresektion kann aber nur dann erfolgreich sein, wenn der gesteigerte Stoffwechsel und der damit verbundene erhöhte Sauerstoffbedarf durch vermehrten Blutnachschieb in die betroffene Extremität gedeckt wird. Wenn diese Voraussetzung nicht vorhanden ist, was besonders beim Sklerotiker mit kaum erweiterungsfähigen Gefäßen der Fall sein kann, so kommt es zur akuten Verschlechterung des Zustandes der betreffenden Extremität. Es kommt dann nicht trotz, sondern wegen der Grenzstrangresektion zum Auftreten oder Weiterschreiten einer Gangrän. Daraus leitet sich eine besonders vorsichtige Indikationsstellung bei Arteriosklerose ab. BLOCK (28) erklärt die Verschlechterung nach Sympathektomie folgendermaßen:

Unmittelbar nach der Grenzstrangresektion zeigt sich eine totale Ausschaltung des Sympathikus. Da durch die Operation das Vegetativum in einen Reizzustand versetzt wird, folgt rasch eine Gegenreaktion im Sinne einer Steigerung des Sympathikustonus nicht nur am sympathisch denervierten Bein, sondern auch an der kontralateralen Extremität und den anderen Extremitäten allgemein. Diese paradoxe Reaktion tritt angedeutet bei fast allen Sympathektomien in Form einer vorübergehenden Blässe und Kälte für wenige Stunden auf. Sie vergeht jedoch, ohne daß eine Behandlung notwendig wird. Manchmal setzt der Gegenschock erst am zweiten bis vierten Tag ein, was vielleicht im Sinne des SELBACHschen Kipp-Schwingungsprinzips zu erklären ist (40), wonach sich das System erst langsam aufladen muß, bevor es zur krisenhaften Gegenregulation kommt. Die Zeit der Schockreaktion ist mit dem 5. - 6. Tag beendet. Bis zum 21. - 28. Tage nach der Operation ist das vegetative Nervensystem in einer Labilitätsphase, in der es besonders anfällig gegen jeden Reiz ist.

Dann tritt eine Stabilisierung ein, die sich durch einen Wegfall der sympathischen Impulse im abhängigen Gebiet auszeichnet. Die "paradoxen Reaktionen" oder "Gefäßkrisen" verschlechtern oft die Durchblutung im Anschluß an eine Sympathektomie so sehr daß Zehengangränge auftreten können. Dies ist eine Folge der verstärkten Gegenreaktion des vegetativen Nervensystems. Durch energische intraarterielle oder zumindest intravenöse Therapie mit vasodilatatorischen Medikamenten wie Regitin, Ilidar, Hydergin soll man diesen Zustand verhindern können (21, 28). Tritt kein Erfolg ein, so ist die Verschlechterung nicht aber Folge einer paradoxen Reaktion, sondern einer Kreislaufdekompensation (21). In der dritten bis vierten Woche nach der Grenzstrangresektion gelangt das vegetative Nervensystem im desympathisierten Bereich zu einer gewissen Eutonie, aber niemals zur Normotonie. BLOCK konnte nachweisen, daß bei Patienten, die bis zu 5 Jahren beobachtet wurden, nach Sympathektomie von L II - S I keinerlei sympathischen Impulse mehr in die Extremitäten durchdrangen. Eine Regeneration des Grenzstranges ist jedenfalls auszuschließen, da er ja in einer Ausdehnung von durchschnittlich 10 - 14 cm Länge ausgerottet wurde (16).

Eine weitere Deutung des vielleicht identischen Vorganges geben RAU, GIESSLER, HEBERER (41) durch einfache hämodynamische Zusammenhänge:

Der Druck distal einer Arterienstenose sinkt nennenswert erst nach erheblicher Reduktion (über 50 % des Gefäßquerschnitts), fällt dann mit zunehmender Stenose steil ab (Kurve 1 in Abb. 9). Der poststenotische Druckabfall wird durch eine periphere Vasodilatation, wie man sie durch Sympathektomie hervorzurufen versucht, weiterhin verstärkt (Kurve 2 in Abb. 9). Befindet man sich bei besonders schlechten Durchblutungsverhältnissen (Stadium III, IV) in der Ausgangslage D, so kann der poststenotische

Perfusionsdruck nach Sympathektomie durch Erweiterung der Kollateralbahnen auf E ansteigen, wird aber andererseits infolge Vasodilatation noch gesunder und erweiterungsfähiger Gefäßbezirke distal vom Verschuß auf den Punkt F sinken. Er liegt also im Endeffekt niedriger als vor der Operation. Der poststenotische Perfusionsdruck kann sogar den sogenannten kritischen Verschußdruck unterschreiten, wodurch es in Ermangelung eines ausreichenden Gefäßinnendruckes akut zu einem funktionellen Verschuß der Endstrombahngefäße ausgedehnter Gefäßbezirke kommen kann. Das Auftreten einer paradoxen Gangrän oder das Fortschreiten einer bereits vorhandenen Nekrose sind die Folge. Die Grenzstrangresektion war fehlindiziert. Bei der Ausgangslage im Punkt A, wird der poststenotische Druck postoperativ ansteigen auf den Punkt C. Hier war die Operation indiziert.

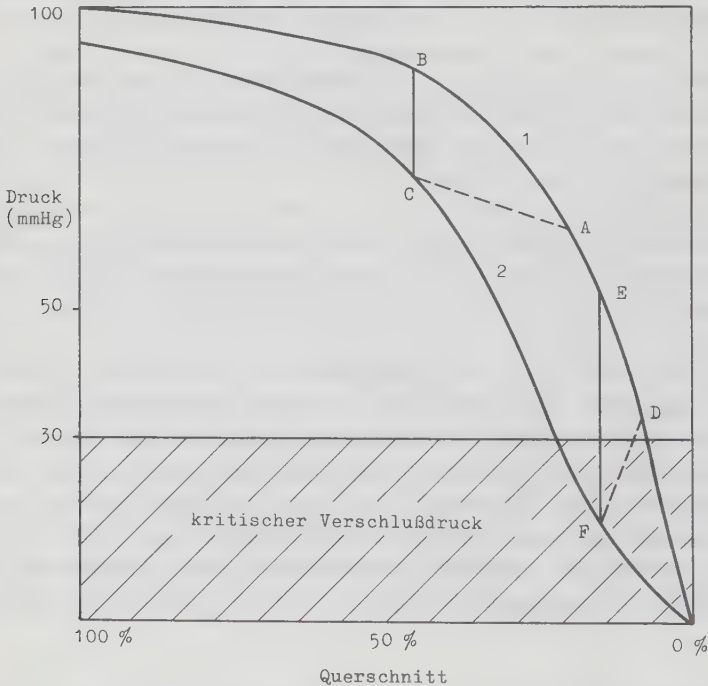


Abb. 9 Einfluß der Sympathektomie auf den Perfusionsdruck distal einer Arterienobliteration

Kurve 1: Perfusionsdruck vor SE (normaler peripherer Strömungswiderstand) bei abnehmendem Querschnitt der Arterie bzw. der Kollateralen

Kurve 2: Perfusionsdruck nach SE (verminderter peripherer Strömungswiderstand)
Durch Verminderung des kollateralen Strömungswiderstandes steigt der Perfusionsdruck von A nach B, durch Verringerung des peripheren Strömungswiderstandes fällt er von B nach C. Im Endeffekt resultiert ein Anstieg des Perfusionsdruckes von A nach C.
Bei bereits niedrigem Perfusionsdruck (D) führt eine SE durch Verminderung des kollateralen Strömungswiderstandes zu einem Druckanstieg nach E, durch Verringerung des peripheren Strömungswiderstandes zu einem Druckabfall von E nach F, d.h. unter den kritischen Verschlussdruck. Eine Verschlechterung der Durchblutung und u.U. eine paradoxe Gangrän sind die Folge.

Das Bild der peripheren Kreislaufdekomensation, das MEYER-BURGDORFF (21) neben die paradoxe Reaktion stellt, dürfte weitgehend identisch mit dieser Deutung sein. Von den zwei Formen der peripheren Kreislaufkompensation - der akuten weißen und der chronischen zyanotischen Form, spielt fast nur die letztere bei der Sympathektomie eine Rolle, da die akute weiße Form nur bei Embolien oder am Beginn von akuten Arterienthrombosen auftritt. Die Extremität wird zyanotisch und kalt. Die Verfärbung kann fleckenförmig begrenzt sein. Die Farbe der Haut wird vom Füllungs- zustand der Kapillaren und des subpapillären Venenplexus bestimmt. In diesen Gefäßen kommt es zur Prästase oder Stase. Durch die anfallenden Stoffwechselprodukte entsteht eine Lähmung der Kapillaren, die ihrerseits die Stase begünstigt. Dauert dieser Zustand nur wenige Stunden, so ist er noch reversibel.

Die Pathogenese ist folgendermaßen: Wenn mehr Blut in die Gefäße des Unterschenkels und der Zehen fließen soll, so müssen sich nicht nur örtliche Gefäße, sondern auch die zentraleren Gefäße beispielsweise im Becken und am Oberschenkel erweitern. Bei Patienten mit Arteriosklerose ist eine Erweiterung dieser Gefäßabschnitte oft nicht möglich. Die Sympathektomie bewirkt nun eine Senkung des peripheren Gefäßtonus und die Eröffnung der arteriovenösen Kurzschlüsse. Diesem nach der Sympathektomie eintretenden Abstrom kann der unverändert geringe Zustrom nicht entsprechen. Es erfolgt ein Druckabfall in der peripheren Strombahn. Nach MEYER-BURGDORFF (21) tritt diese Erscheinung in Stadien ohne Nekrose in 6 % und bei zuvor bestehender Nekrose ohne Auswahl der Fälle in bis zu 50 % der Fälle ein.

Kontraindikationen

- 1) Bei hochgradiger generalisierter Arterio-sklerose alter Menschen mit Claudicatio intermittens ohne Nekrosen. Sogar eine beidseitige Grenzstrangresektion vermag keine Besserung des Kollateralkreislaufes zu bringen. Bei jungen Angiitikern und Sklerotikern mit hochgradigem Kräfteverfall wie bei Patienten, die apoplektische Insulte in der Vorgeschichte oder ein Konzentrationsvermögen der Niere unter 1018 haben, ist die Sympathektomie nach BLOCK (28) kontraindiziert.
- 2) Bei hochsitzenden Gefäßverschlüssen z.B. an der Aortenbifurkation, ebenso bei der schleichend verlaufenden Thrombose (BLWIN und COOPER, GRIMSON und Mitarbeiter, HEINZER, DUNBAR und PARSONS 17).
- 3) Eine absolute Kontraindikation ist die frische Embolie der Gliedmaßenarterien. Hier stehen rekonstruktive Maßnahmen an erster Stelle. Eine zusätzliche Sympathektomie würde den Patienten, der sich schon in einem stark geschockten Zustand befindet, noch mehr gefährden. Zeigt die Embolektomie keinen Erfolg, so kann man ja später unter Umständen eine Sympathektomie durchführen.
- 4) Bei fortgeschrittener Gangrän, die auf den Vorfuß oder Unterschenkel übergegriffen hat, oder bei schwerem Diabetes ist die Operation nutzlos. Nach HERGET (50) wird fast bei jedem 3. Kranken mit hochgradiger Angiitis, bei jedem 2. mit Arteriosklerose eine große Amputation nötig, wenn Ulcera oder eine Gangrän vorliegen (1951).

Ebenso ist eine Grenzstrangresektion bei diabetischer Gangrän nicht angebracht, wenn die Gangrän über die Zehenspitzen hinausgeht. Man muß hier zwei Formen von diabetischen Durchblutungsstörungen unterscheiden (28):

- a) Diabetes mit Arteriosklerose, bei dem die Wände großer und mittlerer Arterien verändert sind, und bei dem im wesentlichen die Arteriosklerose zur Durchblutungsstörung beigetragen hat, die durch den Diabetes ungünstig beeinflusst wurde.
- b) Die diabetischen Veränderungen der kleinen Gefäße, der Angiolopathia diabetica. Hier führten in erster Linie die Stoffwechselstörungen zu Durchblutungsstörungen.

Die Angiolopathia diabetica reagiert manchmal sehr gut auf die von M.BÜRGER (51) inaugurierte kohlenhydratreiche Kost und entsprechender Insulingabe. BÜRGER sah einen Diabetiker, der seine Fußgangrän durch Selbsttherapie mit über einem Pfund Zucker täglich peroral zur Abheilung brachte.

- 5) Eine absolute Kontraindikation stellen auch schwere Stoffwechselerkrankungen, Parenchymerkrankungen, Tuberkulose, Malignome und andere zehrende Krankheiten dar.

Patienten mit Herzinsuffizienz können nach Vorbereitung sympathektomiert werden. Die Herzinsuffizienz wird dadurch fast nie verschlimmert, gelegentlich sogar verbessert (BLOCK 28).

Pathologie der Grenzstrangganglien

Die Grenzstrangganglien zeigen bei Durchblutungsstörungen Veränderungen entzündlicher wie degenerativer Natur (28). Als pathologische Zellveränderung treten Tigroidverklumpung, Homogenisierung, Zell- und Kernzerfall, Schrumpfung und Vermehrung der Zellfortsätze, Schleifen- und Kugelbildung, Kernpyknose und Aufschmelzung der Zellfortsätze auf. BLOCK fand diese Veränderungen bei sämtlichen wegen Durchblutungsstörungen resezierten Grenzsträngen.

PLENGE (42) glaubt schon aus dem mikroskopischen Bild der Ganglien Rückschlüsse auf die Art der Durchblutungsstörungen machen zu können. Dabei spielten mehr die quantitativen als die qualitativen Veränderungen eine Rolle. Als Grund hierfür gibt er an, daß er bei Endangitis obliterans etwa 70 %, bei der Arteriosklerose 50 % und bei den Vergleichsfällen gesunder Probanden 25 % der Ganglienzellen in der oben geschilderten Weise vorfand.

Gerade wegen diesen Ganglienzellenveränderungen erscheint BLOCK die Abschaltung des Sympathikus und besonders die Ausrottung des Grenzstranges bei Durchblutungsstörungen nicht, wie LERICHE und FONTAINE (5) annahmen, nur eine symptomatische Chirurgie, sondern in gewisser Beziehung sogar eine kausale Therapie zu sein, weil ja dadurch eine Dauerreizquelle ausgeschaltet wird.

ERGEBNISSE UNSERER KLINIK

METHODIK

Es wurden die Patienten ausgewählt, die im Zeitraum vom 1.1.1956 bis 31.3.1967 in der Chirurgischen Universitätsklinik Erlangen-Nürnberg wegen chronisch-arterieller Durchblutungsstörungen in stationärer Behandlung waren und sich im Laufe ihrer Erkrankung einer Sympathektomie in dieser oder in einer auswärtigen Klinik unterzogen.

Aus den Krankengeschichten wurden die Daten der Patienten wie Manifestationsalter der Krankheit, Operationsalter, Lokalbefund, Untersuchungsergebnisse der Pulspalpation und Aorto- bzw. Arteriographie, die konservative wie operative Therapie sowie etwaige daneben bestehende Krankheiten ausgewertet. Im April und Mai 1967 wurden die Patienten zu Hause aufgesucht. Dabei wurde der weitere Krankheitsverlauf und der Therapieeffekt festgestellt. Bei verstorbenen Patienten wurde versucht, Angaben durch die nächsten Angehörigen zu bekommen. Von den 83 Patienten, die sympathektomiert wurden, bekamen wir in 71 Fällen ausreichende katamnestische Angaben.

In einer Arbeit (67) wurden sämtliche 796 Patienten erfaßt, die in diesem Zeitraum wegen arterieller Durchblutungsstörungen in unserer Klinik operativ wie konservativ behandelt wurden. Zum Vergleich wurden die Ergebnisse bei Bedarf herangezogen.

Insgesamt wurden 83 Patienten sympathektomiert, davon 74 Patienten einseitig und 9 Patienten doppelseitig. Es waren 81 Männer und 2 Frauen. Bei 22 Patienten wurden 23 Sympathektomien in auswärtigen Kliniken ausgeführt.

Bei fast allen operierten Patienten waren zuvor schon ein oder mehrere konservative Behandlungsversuche durchgeführt worden. Diese bestanden in allgemeiner Behandlung wie Stärkung des Herz- Kreislaufsystems durch Herzglykoside und Roborierung, sowie in spezieller pharmakologischer Vasodilatation. Daneben wurden intra-arterielle Injektionen (Ronicol), arterielle O₂-Insufflationen, Bindegewebsmassagen und Rollübungen nach RATSCHOW angewandt.

Die Sympathektomie war bis 1964 - also bevor an unserer Klinik Gefäßtransplantationen in grösserem Maße durchgeführt wurden - praktisch außer der Amputation die einzige angewandte Operationsmethode bei arteriellen Durchblutungsstörungen. So ist zu verstehen, daß die Indikationsstellung zur Sympathektomie vor 1964 eine andere war als danach. Die Patienten, deren Krankheit früher eine Sympathektomie indizierte, wurden heute zum großen Teil mit einer rekonstruktiven Operation behandelt.

Das Alter der Patienten bei Ausbruch der Krankheit lag im Durchschnitt bei 45,1 Jahren^x ($s = 13,39 J^{xx}$). Das Operationsalter betrug 49,5 Jahre ($s = 12,32 J$).

x Arithmetisches Mittel: $M = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i$

xx Standardabweichung: $s = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i^2 - \left(\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i \right)^2}$

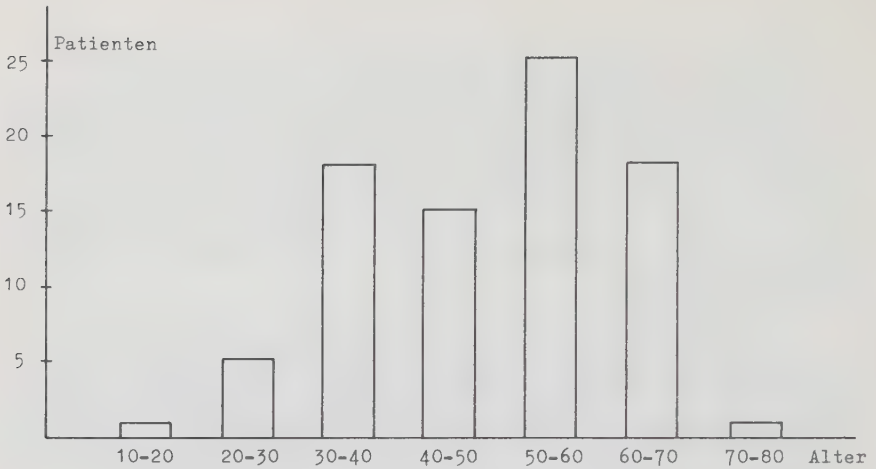


Abb. 10 Altersverteilung der Patienten bei der Sympathektomie (Operationsalter)

Der Zeitraum vom Auftreten der Erstsymptome bis zur operativen Behandlung betrug im Durchschnitt 51,7 Monate ($s = 78,47$ Monate). In dieser Zeit wurden die meisten Patienten konservativ behandelt. Die Extremwerte waren einige Tage bis 25 Jahre

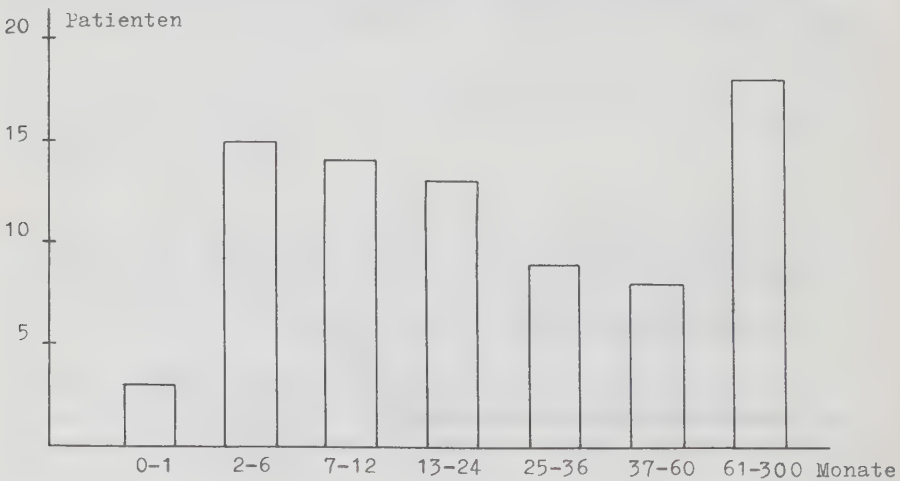


Abb. 11 Anamnesendauer bis zur Sympathektomie

DIE INDIKATIONSSTELLUNG

Die Indikationsstellung ist weniger von der histologischen Natur der Gefäßveränderung bei arteriellen Durchblutungsstörungen abhängig, als vielmehr vom Ausmaß und der Progredienz des Leidens. Sie wird durch mehrere Untersuchungsmethoden erhärtet.

1) Lokalbefund

Nach FONTAINE (12) wird der Schweregrad der arteriellen Verschlusskrankheit in 4 Stadien eingeteilt:

Stadium I: kalte Füße, Parästhesien, Verfärbungen am Bein

Stadium II: Claudicatio intermittens

Stadium III: Ruheschmerz

Stadium IV: Nekrose oder Gangrän, Ulceration, beginnende Gangrän

Im Stadium I ist die Sympathektomie nach allgemeiner Ansicht nicht indiziert (43, 48, 57). Die besten Erfolge werden im Stadium II erzielt. Hier wird in fast allen Fällen von Beseitigung und Besserung des intermittierenden Hinkens berichtet. KRAFT-KINZ (11) berichtet, daß bei 60 % der Fälle Beseitigung der Claudicatio, bei 40 % zumindest eine Besserung auftraten. Nach RATSCHOW bestünde in diesen Fällen nur eine relative Indikation zu dieser Operation.

Im Stadium III ist die Sympathektomie nicht mehr ganz so wirksam (12,15). Beseitigung des Ruhe- wie Latenzschmerzes ist das Ziel, das seltener erreicht wird.

Am fragwürdigsten wird die Indikationsstellung im Stadium IV, da hier die Gefahr der paradoxen Reaktion am größten ist. Eine Abheilung der Ulcera oder eine geringere Amputationshöhe ist das Ergebnis, das man von einer Sympathektomie in diesem Stadium erhoffen darf. RATSCHOW (43) allerdings hält die Stadien III wie IV für eine absolute Indikation zur Sympathektomie.

Von den 92 Extremitäten, die an unserer Klinik sympathektomiert wurden, befanden sich zum Zeitpunkt der Operation

im Stadium II	24
im Stadium III	19
im Stadium IV	47
ohne genaue Angabe	2

Die Operation erzielte folgende Ergebnisse:

	besser	unverändert	schlechter
Stadium II	13 (68,4 %)	1 (5,3 %)	5 (26,3 %)
Stadium III	3 (17,6 %)	5 (29,4 %)	9 (53 %)
Stadium IV	7 (17,5 %)	3 (7,5 %)	30 (75 %)
alle Stadien	30,3 %	11,7 %	58 %

Zwei Patienten, die beidseitig sympathektomiert wurden, starben in der postoperativen Phase. Ein Patient starb an Mesenterialarterienthrombose und Ileus, der andere 1 Monat post operationem an toxischen Herz- und Kreislaufversagen

Bei 2 Patienten waren keine genauen Anhaltspunkte über Stadium und Therapieeffekt zu erhalten.

Die relativ hohe Zahl positiver Ergebnisse im Stadium II (68,4 %) verringert sich deutlich in den höheren Stadien (17,6 % im Stadium III und 17,5 % im Stadium IV).

Um eine günstigere Erfolgsquote bei der Grenzstrangresektion zu erzielen, müßte man nur Patienten im Stadium II dieser Operation zuführen (34, 10, 47).

Die Lokalisation des Gewebsdefektes am Bein spielte zwar für die jeweilige Amputationshöhe, nicht jedoch für die Zahl der Amputationen eine Rolle.

Lokalisation des Gewebsdefektes	nicht amputiert	amputiert
Zehen	11	14
Vorfuß und Fuß	7	11
Unterschenkel	2	2

2) Die Arteriographie

Der Erfolg der Sympathektomie hängt nicht unwesentlich von der Höhe des Arterienverschlusses ab. Er nimmt vom Verschluß der Beckenarterien über den Verschluß der Aa. femoralis und popliteae zu dem Verschluß der Arterien des Unterschenkels ab, da die Möglichkeiten der postoperativen Öffnung und Bildung von Kollateralen in der Peripherie geringer werden (5, 14, 43). Auch haben Verschlüsse mehrerer Gefäßabschnitte, wie der gleichzeitige Verschluß der A. iliaca externa und A. femoralis, oder Verschlüsse in der ganzen Ausdehnung einer Arterie, eine besonders schlechte Prognose. Dennoch kann man bei diesen Verschlüssen eine Sympathektomie ausführen, wenn die rekonstruktiven Operationen nicht durchführbar sind.

Die Frage, ob ein rekonstruktiver Eingriff oder eine Sympathektomie indiziert ist, läßt sich am sichersten durch die Arteriographie beantworten. Wenn der Verschluß kurz ist und der periphere Anschluß offen, dann wird man der Desobliteration oder der Transplantation den Vorzug geben. Sitzen die Ver-

schlüsse peripher der A.poplitea, so ist der palliative Eingriff angezeigt, obwohl die zu erwartenden Erfolge nicht so groß wie bei Beckenverschlüssen sein werden. Allerdings ist die Aussagekraft der Arterio- bzw. Aortographie nicht als absolut zu betrachten, denn RATSCHOW (43) sah "erschütternde Bilder" von Lumeneinengungen, die völlig ohne klinischen Hinweis waren. (Zur Indikationsstellung durch Arteriographie siehe Kapitel: Sympathektomie und rekonstruktive Maßnahmen).

Die häufig vertretene Meinung (48,37,49), daß die Sympathektomie bei weiter peripher sitzenden Verschlüssen ein günstigeres Ergebnis erziele, ließ sich durch unsere Untersuchungen nicht bestätigen.

Bei 69 von 92 Extremitäten wurden die Gefäßveränderungen angiographisch verifiziert.

Die Verschlußtypen waren:

Beckentyp:	2
Oberschenkeltyp:	47
Becken- und Oberschenkeltyp:	6
Unterschenkeltyp:	10
generalisierte Gefäßveränderungen	2
ohne pathologischen Befund	2

Die Sympathektomie zeigte bei den einzelnen Verschlußtypen folgenden Therapieeffekt:

	s.gut	gut	unver.	schl.	amput.	unbekannt
Beckentyp	-	-	1	1	-	-
Oberschenkeltyp	3	12	5	4	12	9
Becken u. OS-Typ	-	1	1	1	2	1
Unterschenkeltyp	-	1	1	1	4	3
generalisierte Gefäßveränderungen	-	1	-	-	1	-
ohne path. Befund	1	-	-	-	1	-

1 Patient mit Oberschenkeltyp starb nach beidseitiger Sympathektomie.

So wurde bei Verschluß der Becken- und Oberschenkelarterien in 37,2 % der Fälle mit der Sympathektomie eine postoperative Besserung erzielt, während die Erfolgsquote bei Unterschenkelverschlüssen bei 14,3 % lag. Dementsprechend lag die Zahl der Amputationen bei Becken- und Oberschenkelverschlüssen bei 32,6 %, bei peripheren Verschlüssen bei 57, 1 %.

Untersuchungen aus der Frankfurter Universitätsklinik (48) dagegen zeigen günstigere Ergebnisse der Grenzstrangresektion bei peripheren Verschlüssen.

	gebessert		unverändert		verschlechtert	
Beckentyp	31	60,8 %	7	13,7 %	13	25,5 %
Oberschenkeltyp	79	82,4 %	3	3,1 %	14	14,5 %
peripherer Typ	29	90,6 %	0	0 %	3	9,4 %
insgesamt	139	77,6 %	10	5,6 %	30	16,8 %

3) Oszillometrie und Pulspalpation

Diese beiden Untersuchungsmethoden geben einen Hinweis mehr für die Diagnose als einen verbindlichen Hinweis für die Indikation zur Sympathektomie oder für die postoperative Prognose. Man wird aber einen besseren Operationserfolg erwarten dürfen, wenn die Fußpulse noch registrierbar sind. Die oft völlig ausreichende Blutversorgung der Extremitäten über Kollateralen wird bei diesen diagnostischen Verfahren nicht erfaßt, da keine Fußpulse mehr palpabel sind.

Bei unserem Krankengut waren die Fußpulse in mehr als 85 % der Fälle palpatorisch wie oszillometrisch nicht mehr oder nicht sicher registrierbar. In der Gruppe der Patienten, die deutlich registrierbare Fußpulse hatten, wurde ein über 60 % höherer Operationserfolg erzielt, als bei der ersten Gruppe.

4) Sympathektomie und rekonstruktive Maßnahmen

Bei 15 Patienten wurde die Grenzstrangresektion mit einer rekonstruktiven Maßnahme verbunden. Obwohl die Ergebnisse wegen der geringen Zahl nur beschränkte Aussagekraft besitzen, kann man folgern, daß diese Kombination weitaus günstigere Ergebnisse bringt als die alleinige Sympathektomie. Der Grund für diese günstigen Ergebnisse dürfte aber auch auf der Wirkung der rekonstruktiven Maßnahmen beruhen. Dies zeigt sich darin, daß immer ein Mißerfolg auftrat, wenn nach fehlgeschlagener rekonstruktiver Operation zusätzlich noch sympathektomiert wurde, während bei umgekehrter Reihenfolge in 71,5 % der Fälle eine Besserung erfolgte. Insgesamt lag die Erfolgsquote bei diesen Kombinationen (6 SE + Saphena-Bypass, 2 Dacron- bzw. Y-Dacron-prothesen + SE, 6 Desobliterationen + SE, 1 SE + Dacron + Saphena-Bypass) bei 61,5 %.

RAU, GIESSLER, HEBERER (41) befürworten die Kombination von rekonstruktiven Eingriffen und Sympathektomie bei kombinierten Verschlüssen im Becken- und Oberschenkelbereich, da die Gefäßweitstellung nach sympathischer Denervierung den Abfluß aus der wiederhergestellten Beckenstrombahn verbessert und deren Rethrombosierung vorbeugt, die Rekonstruktion der Beckenstrombahn andererseits den notwendigen Blutzustrom bewirkt. Dabei wird der Perfusionsdruck in der distalen Strombahn auf Werte gehoben, die eine durchblutungsfördernde Wirkung der Sympathektomie erst ermöglichen, und die paradoxe Gangrän ausschließen. DE TAKATS (17), ein eifriger Verfechter der Sympathektomie, empfiehlt diese Operation bei allen Patienten, bei denen rekonstruktive Operationen ausgeführt werden, in der gleichen Sitzung durchzuführen. Bei schlechtem Allgemeinzustand allerdings, soll die Sympathektomie besser 14 Tage vor der Gefäßoperation ausgeführt werden (HEGEMANN 8).

5) Amputationen nach Sympathektomie

Daß die Sympathektomie den schicksalsmäßigen Verlauf der chronisch-obliterierenden Gefäßerkrankungen nicht verhindern kann, zeigt die Amputationsrate von 36,9 % der Patienten, die die Amputationsquote (35,4 %) nach konservativer Behandlung noch übertrifft. Die folgende Tabelle zeigt die Zahl und Höhe der Amputationen nach Sympathektomie:

Amputation am Oberschenkel	17 (53 %)
am Unterschenkel	7 (22 %)
am Fuß	2 (6,2 %)
an den Zehen	6 (18,8 %)

Die weitaus meisten Amputationen nach der Grenzstrangresektion wurden im 1. Jahr nach der Operation nötig. (77,5 %). Nach dem ersten postoperativen Jahr ist die Gefahr der Amputation sehr viel geringer. Siehe Abb. 12

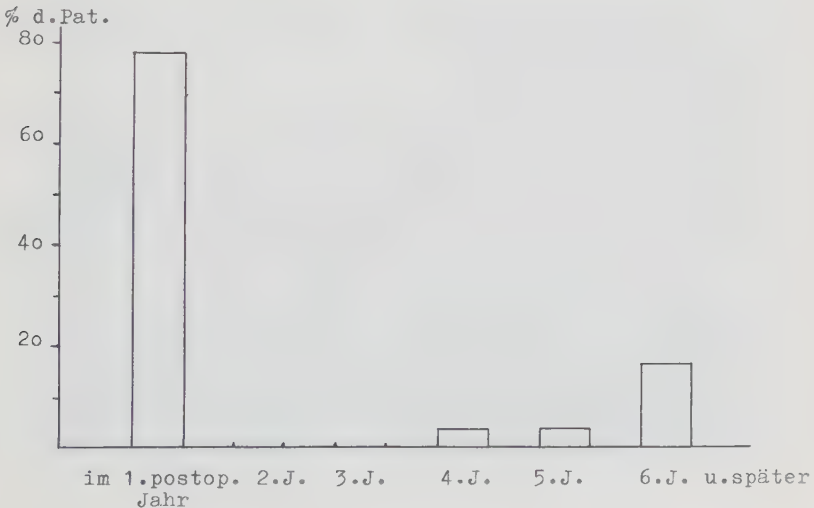


Abb. 12 Zeitpunkt der Amputation nach Sympathektomie.

Komplikationen der Sympathektomie

MEYER-BURGDORFF (21) unterscheidet zwei Arten von Komplikationen: unmittelbare und mittelbare. Die unmittelbaren sind die Verletzungen der Vena cava, Lumbalvenen und Lumbalarterien. Die Lumbalgefäße kreuzen in der Regel den Grenzstrang dorsal. Ausnahmsweise kann die Kreuzung jedoch ventral erfolgen, besonders im Bereich des zweiten Lumbalgefäßes. Auch bei dorsaler Kreuzung kommen Verletzungen vor, da das Gefäß fest mit dem Grenzstrang durch derbe Faserzüge verbunden ist. Auch Pleura-verletzungen können sogar bei lumbaler Sympathektomie vorkommen. Die mittelbaren Komplikationen sind in chronologischer Reihenfolge ihres Auftretens nach der Operation geordnet:

- 1) paradoxe Reaktion
- 2) Meralgia parasthetica
- 3) Sexualstörungen
- 4) Narbenhernien

ad 1) siehe Kapitel "Wirkung auf Durchblutung und Stoffwechsel"

ad 2) Meralgia parästhetica

Bei der hohen Resektion des lumbalen Grenzstranges (L I) tritt eine in den Formenkreis der Meralgia parasthetica einzuordnende Komplikation auf. Es sind schmerzhaft Sensibilitätsstörungen an der Außen- und Vorderseite des Oberschenkels. Sie treten nicht sofort, sondern erst um den 10. Tag nach der Operation in 10.-20 % der Operierten auf. Nach 2 - 3 Monaten sind diese Erscheinungen mit oder ohne Behandlung verschwunden.

Manche Autoren betrachten dies als Folge eines Wurzelkompressionssyndroms wie bei einem Bandscheibenschaden (PÄSSLER 47). Die meisten Autoren halten es für eine Folge des Hakendruckes auf die verschiedenen Nervenstämmen, den N.genitofemoralis, cutaneus femoralis lateralis, ilioinguinalis. Nach GROSS (52) soll die Hyperalgesie dem Versorgungsgebiet der A.profunda femoris entsprechen.

Es ist eigentümlich, daß die Wirkung des Hakenendrucks vorwiegend bei der hohen Grenzstrangresektion auftreten soll. Nach DE TAKATS (17) ist schonendes Operieren keine Versicherung dagegen. Gesichert sein dürfte der Zusammenhang mit dem Ganglion L I. Vielleicht wird es bei unzureichender Technik zuvor nicht vollständig entfernt und bildet einen inselförmigen Schmerzbezirk von gesteigerter sympathischer Aktivität (21).

ad 3) Sexualstörungen

Durch die Durchblutungsstörungen wird die Sexualfunktion, das ist die Libido, Potentia coeundi und Potentia generandi im negativen Sinne beeinflusst. Es ist leicht einzusehen, daß durch die Minderdurchblutung der A.dorsalis penis die Erektionsfähigkeit, der A.spermatica die Spermiogenese und Hormonbildung gestört sind.

Wie weit sich die Störung der Potenz auf die Sympathektomie zurückführen läßt, ist noch nicht gesichert. ALNOR (53) fand im Gegensatz zu DICK (54) bei Spermienuntersuchungen vor und nach einseitiger bzw. zweiseitiger Grenzstrangresektion (L II - L V, S I) keine durch Sympathektomie verursachte Störung der Spermiogenese. DICK hält die durch die erhebliche Vasodilatation eintretende Temperaturerhöhung in den Testes und den vergrößerten Wärmestrom für den Störfaktor bei der Spermiogenese. ROSE (55) fand bei 38 Patienten mit doppelseitiger Grenzstrangresektion (L I - L III) 11 mal Sterilität bei erhaltener Erektionsfähigkeit. Von diesen 11 Patienten hatten 7 eine Ejakulationsstörung im Sinne eines Refluxes in die Blase ("dry intercourse"). WHITELOW und SMITHWICK (56) zeigten, daß diese Störungen mit dem Ganglion L I in Beziehung stehen. Durch Vermeidung doppelseitiger L I Resektion lassen sich diese Störungen verhüten. Nach MEYER-BURGENDORFF (12) hat die einseitige und hohe lumbale Grenzstrangresektion in 20 % der Fälle eine Störung der Ejakulation zur Folge. Deshalb sollte bei Jugendlichen möglichst nicht, und wenn, dann nur bei schwersten Erkrankungsformen unter Hinweis auf die Schädigungsmöglichkeit sympathektomiert werden.

Das häufige Vorkommen von Potenzstörungen bei generalisierten Gefäßerkrankungen (Arteriosklerose, Endangitis obliterans) ist größtenteils völlig unabhängig von der Sympathektomie und bestand schon meistens vor der Operation. Inwieweit bei den Angaben zu diesen postoperativen Störungen psychologische Faktoren mitgespielt haben, ist schwer zu erfassen.

ad 4) Narbenhernien

Narbenhernien traten früher nach Grenzstrangresektionen häufig auf. Die Ursache dieser Brüche liegt zum Teil in einem Tonusverlust der quergestreiften Muskulatur nach Durchtrennung der motorischen Nerven. PÄSSLER (47) beobachtete diese Hernien besonders nach Medianschnitten und transperitonealem Vorgehen. Seitdem er den Wechselschnitt bevorzugt, konnte er keine Narbenhernien mehr beobachten.

Bei unseren Patienten traten an Komplikationen nach den subjektiven Angaben der Patienten, häufig postoperativ Potenzstörungen auf. Bei rund einem Drittel der Patienten sollen sie sich bemerkbar gemacht haben.

Bei zwei Patienten mußte eine sekundäre Naht gemacht werden, da die Primärnaht keinen suffizienten Wundverschluß bewirkt hatte; einmal trat eine Narbenhernie auf. Eine Verletzung des N. ischiadicus hatte in einem Falle eine Peroneuslähmung zur Folge. Als allgemeine postoperative Komplikation, die besonders ältere Patienten befällt, wurde einmal eine Bronchopneumonie festgestellt.

Die Zahl der Meralgien und die Häufigkeit der paradoxen Reaktionen konnten ex post wegen der Schwierigkeit bei der genauen Differenzierung der einzelnen Störungen und der Länge des postoperativen Zeitraums katamnestisch nicht erhoben werden.

Letalität

Von den 83 Patienten verstarb ein Patient zwei Wochen nach beidseitiger Sympathektomie an Mesenterialarterienthrombose und Ileus; ein anderer starb 4 Wochen nach der Operation an toxischem Herz- und Kreislaufversagen. Die Mortalität in der postoperativen Phase betrug also rund 2,4 %.

Während des bis zu 11 Jahre dauernden Beobachtungszeitraumes verstarben weitere 10 Patienten; das sind insgesamt 11,3 %. Im Vordergrund der Todesursachen standen die Folgezustände der allgemeinen Gefäßschädigungen (Herzinfarkt, Herzinsuffizienz, Durchblutungsstörungen, Herz- und Kreislaufversagen. Dazu kommen Suicid, Leikämie, Carcinom, Schädelfraktur und zweimal unbekannte Todesursachen. Das Sterbealter war im Durchschnitt 53 Jahre und lag somit merklich unter der durchschnittlichen Lebenserwartung.

Vergleich mit anderen Angaben in der Literatur

Die Erfolgsstatistiken in der Literatur differieren zwischen 30 und 94 % Besserungen nach der Grenzstrangresektion. Bei der Arteriosklerose und Diabetes kann man keine so guten Erfolge erwarten (28). Da das Gefäßsystem sklerosiert ist, können sich die Gefäße nicht öffnen und der Erfolg bleibt oft aus. Bei diesen Fällen schwankt die Zahl der Besserungen zwischen 31 und 35 % (YEAGER, COWLEY 44) und 87 % (COLLER, CAMPBELL, HARRIS und BERRY 45). Dieser großer Unterschied dürfte wohl auf dem nach

verschiedenen Gesichtspunkten ausgewählten Krankengut und auf den verschiedenartigen Bewertungen des Operationserfolges beruhen. Manche Autoren halten den unveränderten Zustand der Extremität für einen Erfolg, da die arterielle Verschlußkrankheit im allgemeinen eine deutliche Progredienz aufweist. Dazu kommt, daß manche Autoren nicht zwischen Früh- und Späterfolgen unterscheiden. In der postoperativen Phase ist der Erfolg der Sympathektomie fast 100 %ig. Die folgende Statistik zeigt sehr unterschiedliche Erfolgsquoten:

Autor	Berichtsjahr	Zahl der Fälle	Besserung %	Literatur
Leriche	1936	-	58,5	(5)
Rieder	1939	-	46	(1)
Denecke	1951	-	20	(68)
Mandl	1953	89	70	(48 l.c.)
Wanke	1953	240	68	(48 l.c.)
Stefanics	1954	-	41,9	(46 l.c.)
Fontaine	1954	551	55	(48 l.c.)
Block	1957	120	60	(48 l.c.)
Smithwick	1957	100	94	(48 l.c.)
Bittner u. Stephan	1958	102	76,5	(48 l.c.)
Ungeheuer u. Raatz	1961	230	75,2	(48 l.c.)
Loose	1961	3500	70	(46 l.c.)
Meyer-Burgdorff	1963	-	50	(21)
de Bakey	1964	-	35	(46 l.c.)

ZUSAMMENFASSUNG

Der Wert der Sympathektomie im Therapieplan bei chronisch-arteriellen Durchblutungsstörungen wird an Hand der Krankengeschichten von 83 Patienten diskutiert. Es zeigte sich, daß die bescheidene Erfolgsquote von 30,3 % ungefähr die der konservativen Therapie erreicht, aber von den Gefäßoperationen um ein Vielfaches übertroffen wird (85,6 % ,67). So ist die Indikation zur Sympathektomie immer vorsichtiger zu stellen mit Hinblick auf die Gefäßoperationen, da diese Eingriffe mehr Erfolg versprechen. Aber es ist zu beachten, daß die prozentuale Verteilung der Stadien bei den einzelnen Therapiearten verschieden waren, wie folgende Tabelle zeigt:

Konservative Therapie:		SE:	rekonstr. Op.
Stadium I	6,4 %	0,0 %	0,0 %
Stadium II	69,4 %	26,6 %	64,5 %
Stadium III	11,5 %	21,1 %	19,0 %
Stadium IV	12,7 %	52,3 %	16,5 %

Diese Verteilung dürfte die Zahl der positiven Ergebnisse nach Sympathektomie ungünstig beeinflusst haben.

Die Grenzstrangresektion hat noch ihre Berechtigung in der modernen Chirurgie bei Patienten, bei denen die Gefäßverschlüsse in verschiedenen Höhen der Hauptarterie sitzen und eine Durchgängigkeit der peripheren Gefäße angiographisch nicht nachgewiesen werden konnte; dazu bei verminderter Operabilität des Patienten, da das postoperative Risiko bei der Sympathektomie wesentlich geringer als bei der Gefäßrekonstruktion ist (57). Als letzter Grund zu dieser Operation, mag bei dem desolaten Verlauf des Leidens nicht selten der Grundsatz "ut aliquid fiat" gelten.

D I E A M P U T A T I O N =====

Geschichte

Als ultima ratio in der Behandlung der peripheren Durchblutungsstörungen gilt die Absetzung der Extremität, die Amputation. Zeigt die operative wie konservative Therapie bei den arteriellen Gefäßverschlüssen keinen Erfolg, so ist wegen der Progredienz dieses Leidens fast immer die Amputation nötig.

Die Amputation ist eine der ältesten chirurgischen Handlungen. Sie wurde bereits im Altertum ausgeführt, CELSUS und ARCHIGENES gaben dazu technische Anweisungen. Damals wurden hauptsächlich brandige Glieder im erkrankten Abschnitt abgesetzt. Die Lehren von Celsus blieben führend bis zum Ende des Mittelalters.

Die Einführung der Gefäßunterbindung von AMBROSIUS PARÉ 1582 und des Tourniquet (von GERSTORFF 1517 und MORELL 1674 bei der Belagerung von Besançon) bedeuteten einen großen Fortschritt. Besonders die Feldchirurgen wandten die Amputation jetzt häufig an. Wegen mangelnder Schmerzbetäubung blieb sie ein chirurgisches Bravourstück, das in wenigen Minuten ausgeführt werden mußte. Langenbeck der Ältere berichtete von einer Oberschenkelamputation in 1 1/2 Minuten. Da es keine genügende prothetische Versorgung des Stumpfes gab, lag die Amputationshöhe der Wahl einige Querfinger unter dem Kniegelenk. Die Einführung der allgemeinen Schmerzbetäubung und der Antisepsis im 19. Jahrhundert ermöglichten die Entwicklung kunstvoller Operationsverfahren. Diese plastischen Amputationen hatten das Ziel tragfähige Stümpfe zu schaffen (PIROGOFF 1852).

Nach dem ersten Weltkrieg aber traten die kunstvollen, umständlichen plastischen Verfahren zu Gunsten der einfachen Operationsverfahren zurück.

AUSFÜHRUNG DER AMPUTATION

Hautschnitt

Da die Zirkelschnitte große Nachteile besitzen, wie Verwachsungen des Knochens mit der Haut, kein sicherer Abfluß der Wundabsonderung (58) und die Unmöglichkeit einer primären Verschlusnaht, ist man von dieser Schnittführung wieder abgegangen. Allgemein wird der Lappenschnitt bevorzugt.

Dieser Schnitt sichert bei richtiger Anlage guten Abfluß der Wundsekretion, vermeidet das Offenliegen großer Wundflächen und begünstigt das primäre Heilen der Amputationswunde. Der Lappenschnitt muß den Lappen so vorsehen, daß der Zusammenhang des Lappens mit der übrigen Haut bei der natürlichen Rückenlage des Patienten oben zur Körperfront hin, liegt. Der Lappen legt sich der Schwere nach, sobald die Tamponade wegfallen kann, wie eine Schürze den amputierten Organen auf. Der hintere gestielte Lappen würde durch seine Schwere die Wundränder auseinanderziehen und die Wundheilung verzögern, in ungünstigen Fällen verhindern. Für die Größe des Hautlappens ist der Durchmesser des Gliedes an der Absetzungsstelle maßgebend.

Die Länge des Lappens muß den Durchmesser um etwa $\frac{1}{3}$ übertreffen. Die Basis des Lappens soll ungefähr dem halben Umfang der Extremität entsprechen. Der hintere Schnitt soll

nicht ein Halbzirkel sein, sondern er soll ebenfalls einen kurzen Lappen bilden. Zur Sicherung der Ernährung des Lappens muß er mit Muskulatur unterpolstert werden.



Abb. 13, Hautschnitt bei Unterschenkelamputation

Knochenversorgung

Von den osteoplastischen Verfahren nach PIROGOFF und GRITTI ist man wieder abgegangen, weil der Nutzen dieser Methoden im allgemeinen nur von kurzer Dauer war. Auch die Knochenversorgung nach BUNGE (1906) - zirkuläre Umschneidung und Zurückschiebung des Periosts und Ausräumung des Markes auf 2 - 3 cm - gab man wegen der oft auftretenden Knochensequester wieder auf.

Die Deckung des Knochenendes mit Periost nach LANGENBECK ist ebenfalls von fraglichem Nutzen.

Viel wichtiger als alle diese Verfahren ist die Abrundung vorstehender oder hautnaher Knochenkanten.

Gefäßversorgung

Bei Amputationen wegen peripheren Durchblutungsstörungen ist es gefährlich mit ESMARCHscher Blutleere zu operieren, da sich dabei das Krankheitsbild durch fortschreitende Thrombosierung der erkrankten Gefäße verschlimmern kann. Es genügt meistens, die Gefäße während ihrer präparatorischen Durchtrennung zu unterbinden.

Nervenversorgung

Die Nervenversorgung ist das ungelöste Problem der Gliedabsetzung. Der Nerv kann mit der großen gemeinsamen Narbe verbacken, was besonders bei sekundärer Heilung vorkommt. Dies führt bei jeder Bewegung zu schmerzhaften Sensationen.

Das Stumpfneurom entwickelt sich an der Nervenschnittfläche und ist besonders druckschmerzhaft. In vielen Fällen ist es durch Palpation als äußerst empfindsamer Knoten nachweisbar.

Die schmerzhafteste Komplikation der Nerven ist die aufsteigende Neuritis. In unregelmäßigen Zwischenräumen treten furchtbarste Schmerzzustände auf, die den Patienten zum Brüllen und Toben treiben. Sympathektomie und Resektion der Wurzeln bringen nur vorübergehende Erfolge. Die Vorderseitenstrangdurchschneidung schaltet die Schmerzen in den meisten Fällen aus.

Die vielfach auftretenden Phantomschmerzen, z.B. Schmerzen in den Zehen nach Oberschenkelamputation, werden besonders häufig bei Witterungsumschwüngen wahrgenommen. Diese Schmerzen können sich bis an die Grenze des Erträglichen steigern.

Zur Versorgung des Nervenstumpfes wurden viele Verfahren angegeben. Häufig wird absoluter Alkohol oder 5 %ige Formalinlösung (FOERSTER) vor der Durchtrennung des Nervenstranges eingespritzt. Davor wird aber von anderer Seite wegen Bildung bindegewebiger Narben gewarnt.

Die Quetschung des Nervens an der Durchschneidestelle ist insofern begründet, da sie die Nervenfasern zurückdrängt und so auch an der Schnittstelle für eine Neurilemmkleidung der leitenden Nervenbahnen sorgt.

Am wichtigsten jedoch ist die glatte Durchschneidung des Nervenstranges so hoch wie möglich proximal der Absetzungsstelle. Der Nervenstrang läßt sich besonders bei entsprechender Entspannungshaltung des benachbarten Gelenks leicht vorziehen. Er wird dann möglichst proximal mit scharfem Messer durchtrennt, so daß er weit hinter die Wundfläche zurückschlüpft.

Wundversorgung

In den meisten Fällen wird an unserer Klinik die Wunde primär genäht. Der Verband wird so angelegt, daß das Stumpfelenk in geeigneter Stellung - am Knie in Streckstellung - verharret und das amputierte Glied zunächst sorgfältig im Schienenverband ruhiggestellt wird.

Anforderungen an den Stumpf (58)

- 1) Die Weichteilbedeckung des Stumpfes muß möglichst wenig narbig, nicht empfindlich und gut ernährt sein. Unempfindlichkeit des Knochenendes ist anzustreben. Knochenkanten sind zu vermeiden. Tragfähigkeit ist bei Schaftstümpfen

nicht erforderlich, da die Prothese nicht dem Stumpf auf-sitzt. Sie ist auch wegen der Kürze des Stumpfes nicht erreichbar.

- 2) Ganz kurze Stümpfe, sowie überlange, gelenknah abgesetzte Stümpfe sind wegen der ungünstigen prothetischen Versorgung unbrauchbar; Exartikulationsstümpfe ebenso.
- 3) Neben der Länge des Bewegungshebels sind Muskelansätze und biologische Wertigkeit der Gliedanteile für die Wahl des Absetsortes zu berücksichtigen.
- 4) Die Stumpf-gelenke müssen frei beweglich sein.
- 5) Die Keulenform des Stumpfes ist ebenso ungünstig wie schlaffe Weichteilbeutel unter dem Knochenende.
- 6) Derjenige Operateur, der dem Patienten den Amputationsstumpf bestmöglich gestalten will, muß die Grundlagen des Prothesenbaus übersehen.

TECHNIK DER AMPUTATIONEN

Exartikulation einzelner Zehen

Die Exartikulation an den Zehen wird in gleicher Weise wie an den Fingern ausgeführt. Für die Interphalangealgelenke ist der ovaläre Schrägschnitt von proximal oben nach distal unten, für die Zehengrundgelenke der Rakettschnitt mit dorsalem Längsschnitt angezeigt. An den beiden äußeren Zehen soll der Längsschnitt nicht seitlich über die Metatarsalen geführt, sondern

etwas mehr dorsal verlegt werden, um die Narbe nicht in den Bereich des seitlichen Schuhdruckes kommen zu lassen. Dann wird die Gelenkkapsel durchtrennt, durch Beugung wurde die Luxation erreicht. Mit einem Messer werden die Sehnen durchschnitten. Danach werden die volaren Weichteile durchtrennt. Jetzt wird der dorsale Längsschnitt mit einer Einzelnaht verschlossen. Nun werden die Wundränder adaptiert.

Verschiedene Absetzungen am Fuß

Bei der Amputation des Vorfußes nach LISFRANC wird in das Tarsometatarsalgelenk eingegangen. Bei der transmetatarsalen Amputation werden die Ossa metatarsalia durchsägt.

Die Amputation nach CHOPART sieht den Hautschnitt so vor, daß von der Fußsohle plantar ein großer Lappen gebildet wird, vom Fußrücken dorsal ein kurzer. Nach Durchtrennung der Haut wird das Ligamentum talonaviculare dorsale und die Gelenkkapsel durchtrennt und der Vorfuß stark plantarflektiert. Vom offenen Talonaviculargelenk wird das Calcaneo-Cuboidgelenk angegangen, das eröffnet wird. Dann wird der Vorfuß noch weiter plantarwärts heruntergedrückt, die eröffneten Gelenke werden aufgeklappt, das Pfannenband und das Ligamentum calcaneo,cuboideum plantare werden vom Kahn- bzw. Würfelbein abgelöst. Dann wird ein Amputationsmesser zwischen die Weichteile des Fußes und die Knochen geschoben. Der Fuß wird gestreckt und ein plantarer Lappen, der nach vorn bis zu den Köpfchen der Mittelfußknochen reicht, gebildet. Dieser wird nach oben geschlagen und mit dem dorsalen vernäht.

Nach PIROGOFF werden die beiden Unterschenkelknochen in der Sprunggelenkslinie durchgesägt und auf die Schnittstelle das vom Calcaneus abgesägte Tuber calcanei daraufgesetzt.

Die Modifikation der Vorfußexartikulation und die osteoplastische Amputation sollen eine optimale Belastungsfähigkeit des Stumpfes gewährleisten, ohne eine prothetische Versorgung notwendig zu machen. Wegen der Fortschritte des Prothesenbaues und des Risikos einer Nachamputation wurden diese Verfahren heute weitgehend wieder verlassen.

Absetzung des Unterschenkels

Indikation

Die Amputation des Unterschenkels bei Durchblutungsstörungen ist oft ein Risiko, denn die Nachamputation am Oberschenkel findet stets unter ungünstigeren Bedingungen, nämlich bei sezernierender Unterschenkelwunde, statt. In seltenen Fällen mag die Arteriographie für die Wahl dieser Amputationshöhe entscheiden. Zeigt die Gefäßdarstellung noch reichlich und wenig pathologisch veränderte Gefäße, so kann man sich zur Absetzung des Beines am Unterschenkel entschließen. Endgültig entscheidend ist allerdings dann die Durchblutung der Muskulatur an der Schnittfläche. Sind die Gefäßlumina verstopft, spritzen die arteriellen Gefäße nicht, und ist der Muskelschnitt nicht mit Blutpunkten übersät, so soll man den Versuch der Erhaltung des Unterschenkels nicht wagen, sondern die Operation durch Absetzung des Oberschenkels beenden.

Die Erhaltung eines Unterschenkelstumpfes ist von großem Vorteil für den Patienten. Eine gut sitzende Unterschenkelprothese mit beweglichem Kniegelenk erhält ihn nicht nur berufs- sondern sogar sportfähig. (Zur Erhaltung des Unterschenkels bei Durchblutungsstörungen, siehe das Kapitel " Wahl der Amputationshöhe".

Höhe der Absetzung

Der beste Unterschenkelamputationsstumpf reicht bis zur Mitte des Unterschenkels. Bei atrophischer Muskulatur wählt man ihn um einige Zentimeter kürzer. In anglo-amerikanischen Ländern bevorzugt man einen noch etwa 2 - 3 cm kürzeren Stumpf.

Technik der Amputation

Die Blutleere ist bei allen Gefäßerkrankungen und anaeroben Infektionen kontraindiziert. Als Schnittführung wird der Lappenschnitt gewählt. Der große Hautlappen wird über der Streckseite gebildet. Der Lappen wird zunächst mit Jod vorgezeichnet und sodann die Höhe der Durchtrennungsstelle des Knochens markiert. Durch dieses Vorgehen wird die Bildung eines zu kleinen Weichteillappens verhindert. Mit dem Skalpell wird der vorgezeichnete Haut-Pettlappen von der Unterlage abgetrennt und zurückgeschlagen, darauf durchtrennt man die Weichteile der Beugeseite, indem man einen kleinen Lappen bildet. Es folgt die Durchtrennung der Muskulatur zwischen Tibia und Fibula mit einem zweischneidigen Messer. An der Durchtrennungsstelle wird das Periost rings gespalten und das Schienbein zu etwa $\frac{3}{4}$ durchsägt. Dann erfolgt erst das Durchsägen der Fibula, etwa 2 - 3 cm weiter proximal. Erst dann wird der Rest der Tibia durchgesägt. Man vermeidet hierdurch das Abbrechen des Wadenbeins.

Die Sägefläche der Tibia darf keinesfalls an der Vorderseite eine scharfe Kante bilden, was zum Dekubitus des darüberliegenden Hautlappens führen würde. Man sägt daher das Schienbein immer schräg ab oder beseitigt, wenn dies nicht möglich ist, die Vorderkante nachträglich mit der Säge oder mit dem Meißel, so daß sie abgerundet und geglättet ist. Die Fibula ganz zu entfernen

oder das Fibulaköpfchen abzumeißeln (58), um den Nervus fibularis zu entlasten, wird nicht befürwortet (59), da dies zu einer Eröffnung der an der Hinterseite der Gelenkkapsel liegenden Bursa musculi poplitei in 20 % (59) der Fälle führt, was bei osteomyelitischen Prozessen oder nicht sicher aseptischer Operation zu Kniegelenksempyemen führen kann.

Es folgt die Unterbindung der Aa. tibialis anterior, tibialis posterior, peronea und der kleineren Gefäße. Die Nn. tibialis und peroneus profundus werden gequetscht und entfernt. Ist eine primäre Naht möglich, so wird die Beuge- mit der Streckmuskulatur vernäht.

Der Weichteillappen soll ohne jede Spannung über dem Knochenstumpf liegen, so daß sich die Hautnaht bequem und ohne Zug durchführen läßt.

Oberschenkelamputation

Die allgemein anerkannte Ansicht ist, daß die ideale Stumpflänge an der Grenze zwischen dem mittleren und distalen Drittel des Oberschenkels liegt. Auch bei Absetzungen im mittleren Drittel kann man eine ausreichende prothetische Versorgung des Stumpfes erreichen. Es gilt aber: der kürzeste Stumpf ist immer noch besser als die Exartikulation. Wenn die Beugekontraktur durch frühzeitige und konsequente krankengymnastische Behandlung vermieden werden konnte, ist die Gebrauchsfähigkeit des Stumpfes noch vorhanden.

Der Oberschenkelstumpf braucht nicht tragfähig zu sein, da die Prothese nicht auf der Stumpffläche abgestützt wird. Trotzdem ist auf unempfindliche und widerstandsfähige Weichteile Wert zu legen. Die Polsterung über dem Knochenstumpf muß ausreichend sein, damit sich nicht durch das Tragen einer Prothese hier ein Dekubitus entwickelt.

Schnittführung

Als Verfahren der Wahl gilt am Oberschenkel das Durchstichverfahren mit großem ventralen Lappen. Um die ideale Stumpflänge zu erhalten, d.h. den Knochen an der Grenze zwischen mittlerem und distalem Drittel abzusetzen, ist es zweckmäßig, den Lappen über der Streckseite bis fast zum oberen Rand der Kniescheibe zu führen.

Da bei Durchblutungsstörungen das Anlegen einer Blutleere kontraindiziert ist, wird auf die Verwendung des Blutleerschlauches verzichtet und die digitale Kompression der Femoralis durch einen Assistenten vorgenommen. Die großen Gefäße werden dann vor der Durchtrennung des Knochens mit Klemmen gefaßt, so daß die digitale Kompression bereits während der Operation aufgehoben werden kann.

Der Operateur steht bei dieser Amputation nach der klassischen Regel immer so, daß die Extremität zu seiner Rechten abfällt. Das Durchstichmesser wird an der Grenze zwischen mittlerem und distalem Drittel ventral vom Knochen durch die Streckmuskulatur hindurchgeführt und mit sägenden Schnitten nach distal ein Lappen an der Streckseite gebildet, dessen Scheitel etwa am oberen Rande der Kniescheibe liegt. Der Lappen wird zurückgeschlagen und durch einen Assistenten mit einem Haken nach oben gehalten. Nun setzt man das Messer in Höhe der ursprünglichen Durchstichstelle auf der gegenüberliegenden Seite an und durchtrennt die Beugemuskulatur im Ganzen mit einem klassischen halben Zirkelschnitt. Das Periost wird mit einem Knochenmesser durchschnitten, etwa 1 cm nach proximal abgeschoben, und der Knochen unter gleichzeitigen Beträufeln mit Kochsalzlösung mit der Säge durchtrennt. Der Nervus ischiadicus wird nach distal herausgezogen und möglichst weit proximal durchschnitten. In

die seitlichen Wundwinkel werden für 24 bis 48 Stunden 2 Gummidrainage eingelegt, die Streck- mit der Beugemusculatur sorgfältig vernäht, ebenso wie die Faszia der Streckseite mit der der Beugeseite durch Einzelnähte vereinigt wird. Danach wird der Stumpf auf eine gebogene Kramerschiene zum Schutz des Stumpfes gegen den Druck der Bettdecke gewickelt. Eine angelegte Trikot-schlauchextension verhindert die Weichteilschrumpfung. (59)

Wahl der Amputationshöhe bei peripheren Durchblutungsstörungen

Akrale Amputation

Die akrale Amputation ist die Abtragung einzelner oder mehrerer Zehen oder des Vorfußes. Bei den Amputationen zwischen Tarso-metatarsalgelenk und Mitte des Unterschenkels ist die prothetische Versorgung schwierig, weshalb die Amputation in diesem Abschnitt nicht zu empfehlen ist. Da die Durchblutung schlechter ist, je peripherer die Schnittträger der Amputation liegen, heilen die Wunden schlecht. Daher soll bei erreichter Demarkation, tiefer Ulceration oder kontrollierbarer Infektion eine Amputation der Zehen oder des Metatarsus nur bei gesicherter Durchblutung des Fußes vorgenommen werden. Bei diabetischen Durchblutungsstörungen kann man häufig mit solchen begrenzten Amputationen auskommen. WAIBEL (60) macht bei solchen Amputationen zur Bedingung, daß keine Verschlüsse großer Arterien vorliegen oder mindestens eine Unterschenkelarterie in ihrer ganzen Länge durchgängig geblieben ist.

Unterschenkelamputation

Wenn nur die Arterien des Unterschenkels und nicht die Femoralis proximal des Kniegelenkes verschlossen sind, kann die Unterschenkelamputation versucht werden. Da aber oft die Operationswunde

primär nicht heilt, trophische Störungen am Amputationsstumpf auftreten und die prothetische Versorgung schwierig ist, muß oft nachträglich doch am Oberschenkel amputiert werden. Die Erhaltung des Knies ist für einen Patienten mit arteriellen Durchblutungsstörungen zwar ein momentaner psychologischer, meist aber kein mechanischer Vorteil. SILBERT und HAIMOVICI (61) halten eine Unterschenkelamputation für indiziert wenn

- a) eine Zehen- oder Vorfußamputation mißglückt ist und die Nekrose sich bis zum Knöchel ausbreitet
- b) mehrere Zehen gangränös sind und keine Neigung zur Demarkation besteht
- c) die sich ausbreitende Zehengangrän mit Fersen- oder Knöchelgangrän kombiniert ist
- d) die sich ausbreitende Zehengangrän mehrerer Zehen mit unkontrollierbarer Infektion des Fußes verbunden ist.

Oberschenkelamputation

Eine Amputation in dieser Höhe wird nötig, wenn eine ausgedehnte Gangrän vorliegt, Verschlüsse der Unterschenkelarterien verbunden mit Verschlüssen der Oberschenkel- oder Beckenarterien. Diese Amputation verheilt meist primär und zieht nur sehr selten eine Nachamputation im Oberschenkelbereich oder eine Exartikulation im Hüftgelenk nach sich. SILBERT und HAIMOVICI empfehlen eine Oberschenkelamputation bei

- a) ausgedehnter Gangrän und Infektion des Beines ohne Femoralispuls unterhalb des Leistenbandes
- b) Fußgangrän mit schmerzhafter Beugekontraktur des Kniegelenkes
- c) frischer Thrombose oder Embolie der Arteria femoralis oder Arteria iliaca nach Fehlschlägen einer rekonstruktiven Maßnahme.

EIGENE ERGEBNISSE

In der Zeit vom 1.1.1957 bis 31.3.1967 waren in unserer Klinik wegen chronisch-arteriellen Durchblutungsstörungen 769 Patienten in Behandlung. 238 (30,9 %) von ihnen wurden amputiert. Die Krankengeschichten und katamnestischen Angaben dieser Patienten wurden in gleicher Weise wie bei den Patienten, die sympathektomiert wurden, ausgewertet (siehe Seite 34, Methodik). 185 Patienten wurden einseitig, 53 beidseitig amputiert. Von den 238 Patienten die amputiert wurden, waren 214 Männer und 24 Frauen.

Das durchschnittliche Erkrankungsalter lag bei 52,5 Jahren ($s = 14,25$ Jahre), das Alter zur Zeit des Klinikaufenthaltes bei 58,4 Jahren ($s = 11,96$ Jahre). Diese Altersangaben unterschieden sich nicht wesentlich von dem der übrigen Patienten, die wegen chronisch-arteriellen Durchblutungsstörungen in unserer Klinik lagen (67)

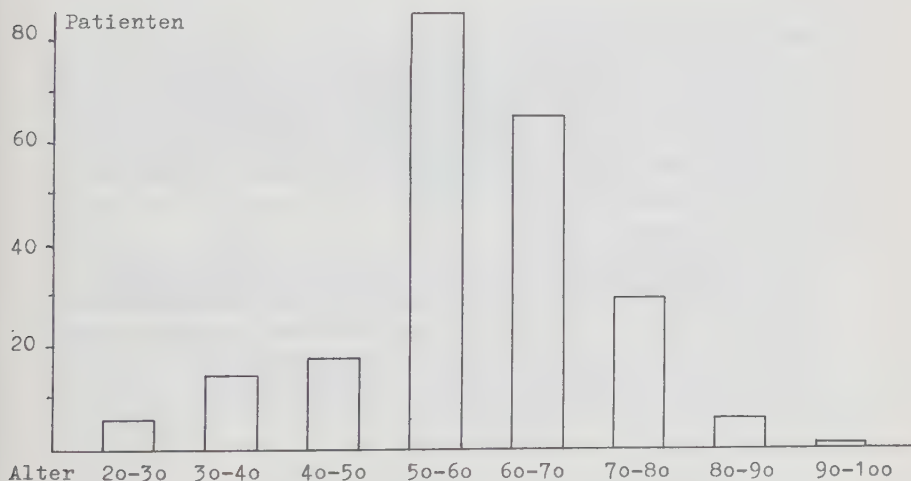


Abb. 14, Alter bei Amputationen ($s = 11,96$ Jahre)

Es wurden amputiert:

Oberschenkel	191
Unterschenkel	51
Fuß	12
Zehen	37
	291

Indikationsstellung zur Amputation

Klinische Symptomatik

1) Ruheschmerzen

Wenn die Ruheschmerzen weder durch konservative noch chirurgische Maßnahmen zu beeinflussen sind, muß die betroffene Extremität abgesetzt werden. Charakteristisch für die Ruheschmerzen ist, daß sie für den Patienten unerträglich sind, die Nachtruhe zur Qual werden lassen und den Patienten psychisch zugrunde richten können. Der Patient verlangt nach Opiaten, was die Gefahr der Suchtbildung in sich birgt.

2) Akrale Läsionen

a) umschriebene Nekrosen

Wenn diese durch keine Therapie zur Abheilung gebracht werden, so ist ebenfalls eine Amputation nötig. Im Stadium IV fördert die Bewegung die Progression der Läsion (60). Der Patient muß also Bettruhe einhalten, was nicht unbeschränkt möglich ist. Nach der Amputation kann der Patient mit einer Oberschenkelprothese viel rascher wieder zum Gehen kommen, als durch lang dauernde konservative Maßnahmen mit unsicherem Erfolg.

b) fortschreitende Gangrän

Eine absolute Indikation zur Amputation besteht, wenn eine Nekrose trotz geeigneter therapeutischer Maßnahme sich ausbreitet, so daß die Gefahr einer Sepsis besteht.

Die Indikation zur Amputation waren bei unseren Patienten in fast allen Fällen Symptome des Stadiums IV. In den Stadien II und III versuchte man, die Durchblutung durch medikamentöse und operative Maßnahmen (Bypass, Desobliteration, Sympathektomie) zu verbessern. Erst die nach Scheitern dieser Bemühungen auftretende Gangrän machte dann eine Amputation erforderlich. Von den 291 Extremitäten wurden nur 5,2 % im Stadium III amputiert, die übrigen im Stadium IV. Das Stadium IV schloß die beginnende Gangrän, die Gangrän der Zehen und des Forfußes sowie die flächenhafte Gangrän des Unterschenkels mit ein.

Wenn die Gangrän sich nicht rasch ausbreitete, versuchte man eine Demarkation abzuwarten, um die Amputationshöhe so tief wie möglich zu halten.

Bei den Patienten im Stadium IV war die Gangrän in 47,6 % der Fälle nur auf die Zehen beschränkt, in 33 % auf den Fuß, und in 19,4 % der Fälle hatte sie auf den Unterschenkel übergreifen.

Arteriographie

Sichere Hinweise, ob amputiert werden muß, kann uns die Arteriographie oder Aortographie nicht geben. RATSCHOW sah bei Patienten ohne jegliche Symptomatik für Durchblutungsstörungen stärkste Gefäßobliterationen (43). Im allgemeinen kann das Ergebnis der Aortographie als wichtiges Moment für die Indikation zur Amputation in der Gesamtheit der klinischen Symptome gewertet werden. (62)

Größere Aussagekraft besitzt die Angiographie bei der Wahl der Amputationshöhe. Wenn die Gangrän nicht heilt, und der Entschluß zur Amputation gefaßt worden ist, so sollte das Glied in Höhe des angiographisch verifizierten Verschlusses

abgesetzt werden. Denn die Amputation unterhalb des Verschlusses führt häufig zur Nachamputation (siehe unten). Ausnahmen sollten nur bei Verschlüssen der Arterien des Unterschenkels gemacht werden. Isolierte Verschlüsse der Aa.tibialis anterior, tibialis posterior oder peronea führen - wenn überhaupt - meistens nur zur Amputation der Zehen oder des Vorfußes.

Bei 134 unserer Patienten lag ein aortographischer bzw. arteriographischer Befund vor. Die Verschlußtypen teilten sich folgendermaßen auf:

Beckentyp	22
Oberschenkeltyp	81
peripherer Typ	12
Becken- und Oberschenkeltyp	13
Oberschenkel- u. peripherer Typ	3
Becken-, Oberschenkel- und peripherer Typ	1
allgemeine Arteriosklerose	2
ohne pathologischen Befund	2
	136 Extremitäten

Die Beziehung zwischen Höhe des angiographisch festgestellten Verschlusses und der Amputationshöhe war folgendermaßen:

(In den 29 Fällen, in denen Nachamputationen nötig waren, wurden nur die endgültigen Amputationshöhen berücksichtigt)

Verschlußtyp	Amp.-Höhe an OS	US	F	Z	gesamt
Becken	22	-	-	-	22
Becken + Oberschenkel	13	-	-	-	13
Oberschenkel	48	22	4	7	81
Oberschenkel+peripher	3	-	-	-	3
peripher	5	3	-	4	12
Becken-OS-peripher	-	1	-	-	1
allgem.Aterioskl.	1	1	-	-	2
ohne path.Befund	1	-	-	1	2

Bei Amputation unterhalb des Gefäßverschlusses ist der Prozentsatz der ^{Nach-}amputationen weitaus größer als bei den Amputationen, die in Höhe des Gefäßverschlusses durchgeführt werden. Während die Nachamputationsquote im ersten Fall bei 43,4 % liegt, beträgt sie bei den Amputationen in Höhe des Gefäßverschlusses nur 6,5 %

	ohne	mit Nachamputation
Amputation in Höhe des Verschlusses (Oberschenkelamputationen bei Verschuß der Beckenarterien werden zu dieser Gruppe gerechnet)	72	5 (6,5 %)
Amputation unterhalb des Verschlusses	30	23 (43,4 %)

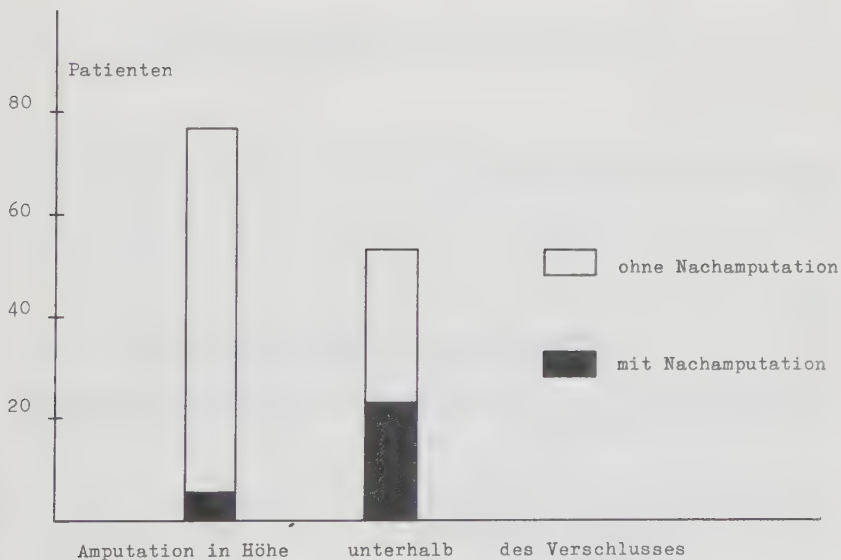


Abb. 15, Häufigkeit von Nachamputationen in Abhängigkeit von der Höhe der Erstamputation. (Oberschenkelamputationen bei Verschuß der Beckenarterien wurden als Amputation in Höhe des Verschlusses betrachtet).

Die Höhe der Nachamputationen gliedert sich auf wie folgt:

Erstamputation in Höhe des Verschlusses:

Erstamputation	Nachamputation	
OS	OS	2
US	OS	2
US	US	1
		<u>5</u>

Erstamputation unterhalb des Verschlusses

US	OS	10
F	OS	1
Z	OS	4
Z	US	8
		<u>23</u>

Von den 5 Nachamputationen, bei denen die Erstamputation in Höhe des Verschlusses durchgeführt wurde, waren 3 in den gleichen Extremitätenabschnitten.

Oszillometrie und Pulspalpation

Diese beiden Methoden haben bei der Indikationsstellung zur Amputation geringen Wert. Das Fehlen eines Pulses weist mit Einschränkung auf einen Verschluß der Arterie hin. Aber es kann die Extremität z.B. trotz fehlenden Fußpulses über Kollateralen gut mit Blut versorgt werden. Ebenso kann der Variantenreichtum des arteriellen Gefäßsystems den Verschluß einer Arterie vortäuschen.

Bei unseren Patienten waren die Fußpulse

- in 86 % der Fälle nicht mehr
- in 11,5% eingeschränkt
- in 2,5% uneingeschränkt

osziillometrisch wie palpatorisch zu registrieren.

Bei Patienten, die nicht amputiert wurden, lagen die Zahlen in ähnlicher Verteilung vor (67).

Amputation nach konservativer Therapie

Bis 1964 wurden alle Patienten, die wegen chronischen arteriellen Durchblutungsstörungen in die Klinik kamen, fast ausschliesslich konservativ behandelt. Bei vorwiegend jüngeren Patienten wurde zusätzlich eine Sympathektomie ausgeführt (bei insgesamt 769 Patienten wurden 83 Patienten, das sind 10,8 %,sympathektomiert)

Von 514 Patienten (67), die rein konservativ behandelt wurden, mußten 184 (35,8 %) Patienten amputiert werden, davon 32 doppelseitig.

Amputation nach Sympathektomie

Bei der Sympathektomie wurde mit 36,9 % der Patienten ein ähnlich hoher Prozentsatz an Amputationen wie bei der konservativen Therapie erreicht. Allerdings waren die Patienten bei Sympathektomie in weiter fortgeschrittenen Stadien (siehe Kapitel Sympathektomie).

Amputation nach rekonstruktiven Gefäßoperationen

Ein weitaus günstigeres Ergebnis zeigten die verschiedenen rekonstruktiven Maßnahmen. Von 223 Operationen zeigten 85,6 % einen günstigen Erfolg und nur bei 9,4 % der Fälle, das sind 21 Patienten, wurden Amputationen nötig. Die Übersicht über die Behandlungsmethoden, die eine Amputation nach sich ziehen, zeigt folgende Tabelle:

Art der Behandlung	Zahl	OS-	US-	Fuß-	Zehenamputation
konservative Therapie	216	143	40	7	26
Sympathektomie	34	19	7	2	6
Kunststoffprothese					
prox. v.Leistenband	-	-	-	-	-
distal v.Leistenband	11	7	2	1	1
Arterientransplantation					
femoro-popliteal	1	1	-	-	-
Desobliteration					
prox. v.Leistenband	-	-	-	-	-
distal v.Leistenband	9	9	-	-	-
Venenbypass					
femoro-popliteal	-	-	-	-	-
femoro-tibial	-	-	-	-	-
keine od. unbek. Therapie	20	12	2	2	4

Nachamputation

In 59 von 291 Fällen wurde eine Nachamputation nötig. Um eine günstige prothetische Versorgung erreichen zu können, war das Bein jeweils zu sparsam abgesetzt worden. Obwohl verschiedene amerikanischen Autoren (SILBERT und HAIMOVICI 61 und WHEELLOCK 63) aus oben genannten Gründen auch bei arteriellen Durchblutungsstörungen periphere Amputationen befürworten, zeigte es sich, daß bei niedrigem Amputationsniveau später häufig die den Patienten durch verlängerte Liegezeit schwächende Nachamputation vorgenommen werden muß. Über die Höhe der Amputationen in Beziehung zur Höhe des Verschlusses, siehe Abb. 15

Erstamputation	Nachamputation an	Z	F	US	OS	Prozentsatz
Zehen		4	2	14	6	44
Fuß		-	-	1	3	25
Unterschenkel		-	-	6	20	35,6
Oberschenkel		-	-	-	3	1,6

Der Zeitpunkt der Nachamputationen war im Mittel 10,3 Monate nach der Erstamputation. Die Zeiträume zwischen Erst- und Nachamputation teilen sich folgendermaßen auf:

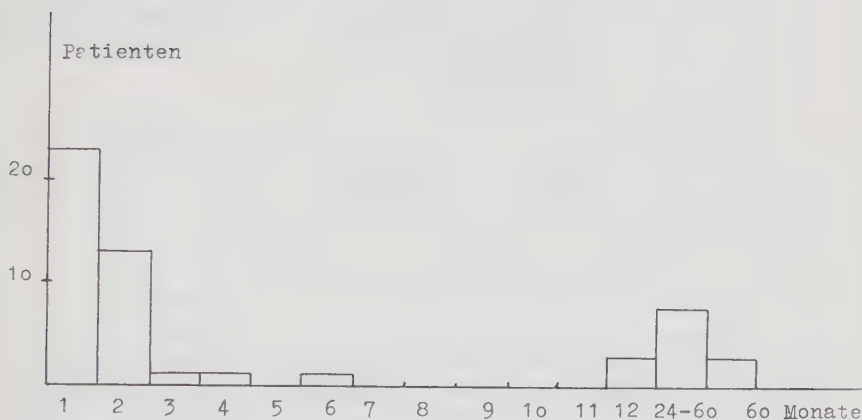


Abb. 16, Zeit von der ersten Amputation bis zur Nachamputation

Komplikationen

Schlechte Wundheilung

Ist das Amputationsniveau zu tief gewählt, heilt die Operationswunde wegen der schlechten Blutversorgung nicht, und eine Gangrän kann sich ausbreiten, was eine Nachamputation notwendig macht.

Beugekontraktur

Sie tritt besonders bei falscher Lagerung des Amputationsstumpfes und bei nicht ausreichender krankengymnastischer Behandlung post amputationem auf. Diese erfordert ebenfalls eine Nachamputation.

Infektionen an der Wunde können zu Schemenscheidenphlegmonen, Stumpfhlegmonen und zur Septicämie führen.

Da das gesamte Gefäßsystem der Arteriosklerotiker mehr oder weniger stark pathologisch verändert ist, ist die Gefahr eines apoplektischen Insultes, eines Herzinfarktes, Koronarinsuffizienz mit folgender Herzinsuffizienz, Thrombosen der Aorta und A.mesenterica besonders naheliegend.

Bei fortschreitendem Brand können die Zerfallsprodukte des Gewebes zu einer allgemeinen Intoxikation führen, die Schädigungen an den Nieren oder Kreislaufversagen verursachen können.

Als unspezifische Komplikationsmöglichkeit darf nicht die Bronchopneumie vergessen werden, da die schwache Abwehrlage des alten Menschen nach der Operation in Verbindung mit der Kreislaufschwäche und der verminderten Lungenventilation die Infektionsmöglichkeiten sehr begünstigt.

Unser Krankengut

42 (17,6 %) der 238 Patienten hatten oder haben noch Beschwerden, die sie auf die Amputation zurückführen.

Phantomschmerzen und witterungsabhängige Schmerzen

33 (13,9) % aller Amputationen

Stumpfparaesthesien

3 (1,3)

Gangrän

2 (0,8)

Stumpfoedem

2 (0,8)

Stumpfeiterung

1 (0,4)

Narbenschmerzen

1 (0,4)

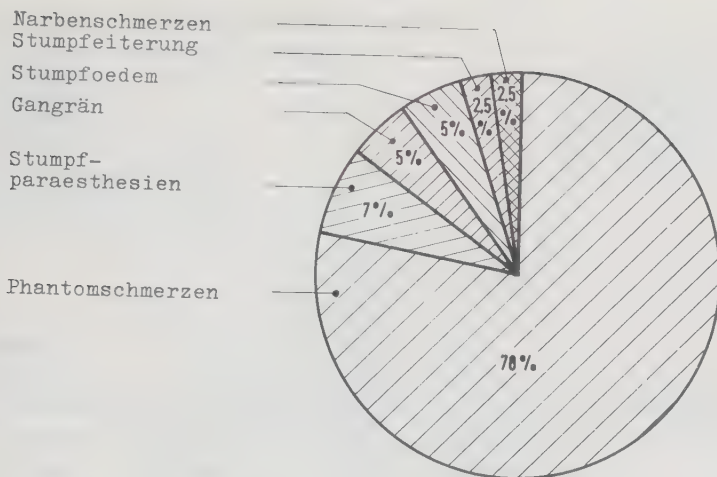


Abb. 17 Lokale Beschwerden der amputierten Patienten
bei 42 von 238 Patienten

Komplikationen

Bei unseren Patienten traten folgende Komplikationen auf:

a) Komplikationen ohne Exitus letalis

	Zahl	%
schlechte Wundheilung	4	(1,7)
keine Wundheilung	1	(0,4)
Stumpfnekrosen	4	(1,7)
Stumpfnekrose mit Fistelbildung	1	(0,4)
Bronchopneumonie	1	(0,4)
Lungenembolie	1	(0,4)
Sehnenscheidenphlegmone	1	(0,4)
Stumpfphlegmone	1	(0,4)
Wundabszeß	1	(0,4)
Apoplex	1	(0,4)

	Zahl	%
Wundserom	1	(0,4)
Sequesterbildung	1	(0,4)
Stumpfeiterung	1	(0,4)
Stumpfgangrän	1	(0,4)
Beugekontraktur	2	(0,8)
Dekubitus	3	(1,3)
	25	(10,5)

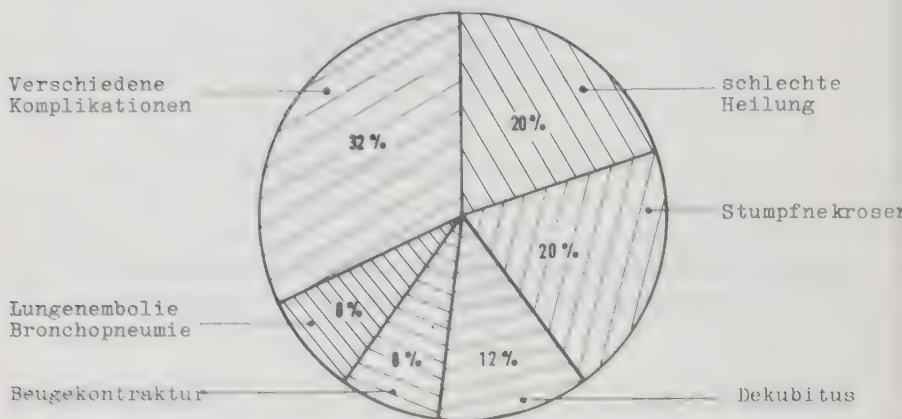


Abb. 18 Komplikationen ohne Exitus letalis bei 25 von insgesamt 238 amputierten Patienten

b) Komplikationen mit Exitus letalis

9,1 %, das sind 22 Patienten, starben in der postoperativen Phase. Die Todesursachen waren in den meisten Fällen Folgen der allgemeinen Gefäßschädigung. So standen Herzinfarkt, Apoplex, Magenblutung, Embolie und "Herz- und Kreislaufversagen" im Vordergrund. Dazu kam in zwei Fällen der Tod durch toxische Organschädigung.

Die einzelnen Todesursachen waren:

Herz- und Kreislaufversagen	9
Apoplex	3
Herzinfarkt	2
Lungenembolie	2
Intoxikation	2
periphere Embolie	1
Magenblutung	1
Aortenverschluß	1
pyelonephritische Schrumpfniere	1
	22

Letalität

121 der insgesamt 238 amputierten Patienten, das sind 51,0 % verstarben innerhalb des Beobachtungszeitraumes. Das mittlere Sterbealter lag bei 65,0 Jahren (s = 10,95).

Folgezustände der Arteriosklerose waren die hauptsächlichen Todesursachen. An der Spitze lag das sogenannte "Herz- und Kreislaufversagen" mit 20,7 % (25 Patienten), dann folgten der Herzinfarkt mit 14,0 % (17 P.), die apoplektischen Insulte mit 10,0 % (12 P.), die Herzinsuffizienz mit 9,1 % (11 P.) und arterielle Durchblutungsstörungen mit 5,8 % (7 P.). 14,0 % (17 P.) der Todesursachen waren dazu noch durch die verschiedensten arteriosklerotischen Manifestationen an den Organen bedingt. Nur 26,4%(32 P.) der Patienten starben an Todesursachen, die nicht im Zusammenhang mit den Gefäßschädigungen standen oder unbekannt waren.

Die Schädigungen am Herzen führten zur Myodegeneratio cordis, zur Herzuruptur und Embolie, an der Niere zur Urämie. Ebenfalls eine Folge der Atherosklerose sind unter Umständen die Magenblutungen, der Marasmus und der Aortenverschluß.

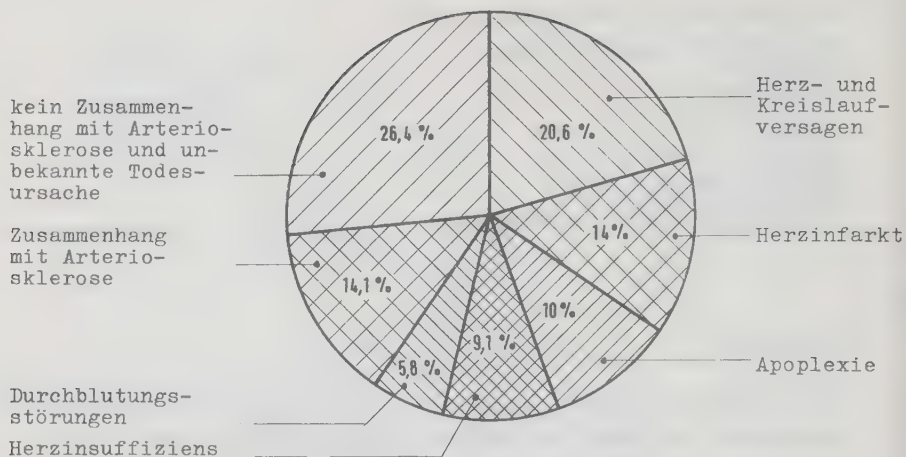


Abb. 18 Todesursachen von 121 der 238 amputierten Patienten

Vergleich mit anderen Literaturangaben

Von 769 Patienten mit arteriellen Durchblutungsstörungen wurden 238 Patienten, das sind 31,0 % der Patienten, amputiert. Das entspricht der in der Literatur angegebenen Zahl von einem Drittel der gesamten Patienten, die wegen arterieller Durchblutungsstörungen stationär behandelt wurden (64).

Die Amputationsfrequenz bei einem Krankengut von Patienten mit arteriellen Durchblutungsstörungen der Beine schwankt in der Literatur ganz erheblich. Sie ist abhängig davon, ob das Krankengut nach internistischen oder chirurgischen Gesichtspunkten ausgewählt wurde. Da die chirurgischen Kliniken im allgemeinen Patienten mit weiter fortgeschrittenen Leiden aufnehmen, wird hier mit höheren Amputationsquoten zu rechnen sein. So berichtet RATSCHOW von einer Amputationsquote von 8 %, während ROB (68)

eine Amputationsquote von 65 % angibt - allerdings bei einem Patientengut, das sich im Stadium IV befindet. Unsere Amputationsrate von 31 % der Patienten entspricht ungefähr dem Durchschnitt der unten aufgeführten Angaben (Abb. 19).

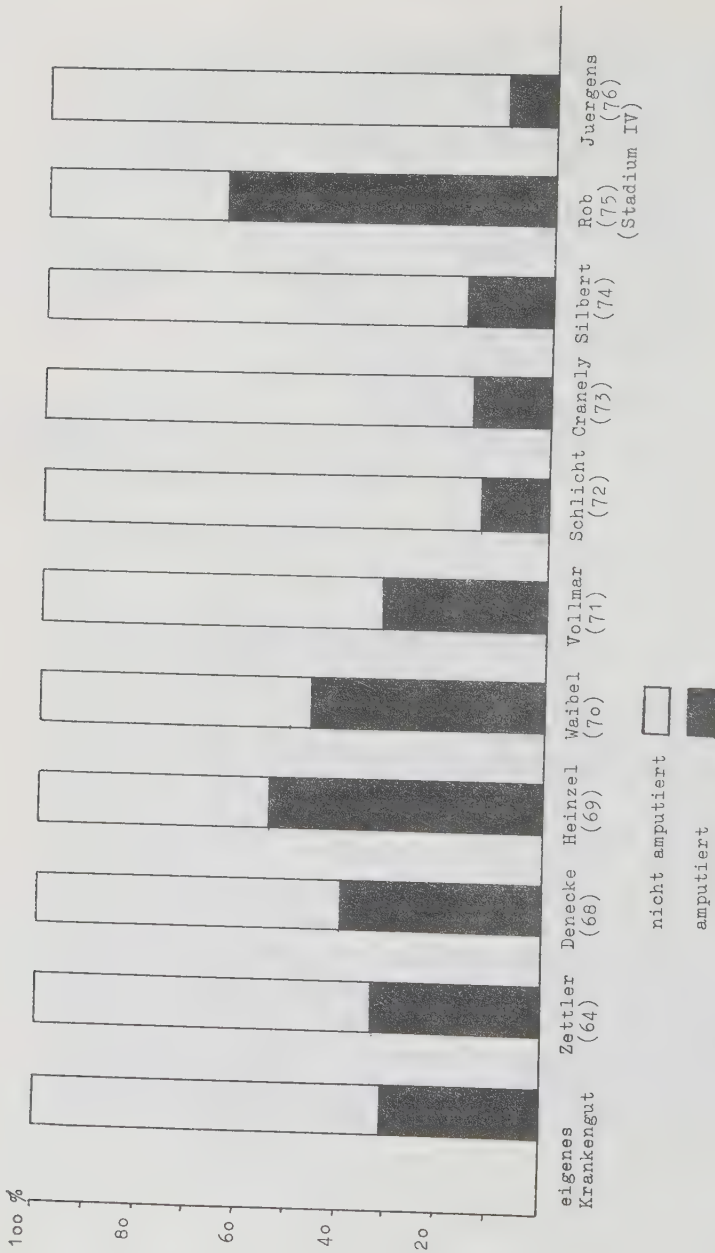


Abb. 19 Vergleich mit anderen Amputationsraten in der Literatur

Bei WAIBEL (70), wurden 20 % der sich im Stadium II und 68,2 % der sich im Stadium IV befindenden Patienten amputiert. Vom Krankengut CRANELYS (73) mußten 5,6 % der Patienten des Stadiums II, 20,4 % des Stadiums III und 59,0 % des Stadiums IV amputiert werden. Bei JUERGENS (76) wurden 3 % des Stadiums II, 3,8 % des Stadiums III und 19,6 % des Stadiums IV amputiert. Diese niedrige Amputationsquote dürfte durch das besonders ausgewählte Krankengut bedingt sein. So wurden in seiner Statistik keine Diabetiker, keine Patienten, die älter als 60 Jahre waren, und keine Patienten mit den Diagnosen Thrombangitis obliterans, arterielle Embolie, arterielle Thrombose und keine Patienten mit nicht bestimmbarer Diagnose aufgeführt.

ZUSAMMENFASSUNG UND DISKUSSION

Vom Gesamtkrankengut mit 769 Patienten wurden 238 Patienten, das sind 31,0 % der Fälle amputiert. Die Sympathektomie mit einer Amputationsrate von 36,9 %, konnte diese Zahl nicht verringern. Die Zahl war sogar etwas höher, da die Patienten, die dieser Operation zugeführt wurden, durchschnittlich in weiter fortgeschrittenen Stadien waren.

Bis 1964 war die Amputation an unserer Klinik der am häufigsten angewandte, aber auch sehr radikale Weg, bei Beschwerden, die durch chronische arterielle Durchblutungsstörungen verursacht werden, Abhilfe zu schaffen; deswegen wurden auch bis zu diesem Zeitpunkt die Patienten in größerer Zahl amputiert. Seit 1964 werden die rekonstruktiven Eingriffe am Gefäß selbst (Desobliteration, Kunststoffprothese, Venenbypass) im größeren Umfange ausgeführt, was die Amputationsrate schlagartig auf 9,4 % der operierten Fälle verringerte. Dazu muß allerdings gesagt werden, daß der Beobachtungszeitraum bei den Kunststoffprothesen

maximal 8 Jahre, bei den Venenbypassen maximal 1 1/2 Jahre betrug und daher viel kürzer war als bei den anderen Maßnahmen, bei denen die Patienten schon zum Teil seit 1956 unter Beobachtung standen. Dadurch kann sich die Erfolgsquote bei den rekonstruktiven Maßnahmen noch etwas verringern. Die Amputationshöhe darf nicht zu tief gewählt werden, da die Zahl der Nachamputationen sich dann vervielfacht. Einige amerikanische Autoren (61,65,66,63) bevorzugen die tieferen Amputationen, wie die Zehenamputation, die transmetatarsale Amputation, die supramalleolare Amputation und die Unterschenkelamputation. Bei den transmetatarsalen Amputationen bei diabetischer Gangrän, erzielte KELLY (65) allerdings nur in 20 % der Fälle eine Heilung, SILBERT (61) bei transmetatarsaler Amputation bei ischämischer Gangrän einen Heilerfolg in 73,9 %. Trotz des relativ geringen Heilerfolges bei den tiefen Amputationen hielt SILBERT nur bei 17 % der Patienten eine Oberschenkelamputation für indiziert. Die niedrige Zahl der hohen Amputationen wird sich wahrscheinlich darauf zurückführen lassen, daß man in den Vereinigten Staaten mehr als bei uns versucht den Unterschenkel zu erhalten aber dabei das Risiko der Nachamputation in Kauf nimmt.

Während wir bei unserem Krankengut im Bereich des Fußes eine Nachamputationsrate von 40,0 % der Fälle hatten, war sie bei den Unterschenkelamputationen und Oberschenkelamputationen nur 11,0 %. Diese Zahlen sprechen für das höhere Amputationsniveau, da hierbei der kürzere Klinikaufenthalt durch eine schnellere Heilung und eine bessere prothetische Versorgung erreicht wird, und es dadurch ermöglicht wird, den Patienten frühzeitiger ins soziale Leben wieder einzugliedern.

L I T E R A T U R V E R Z E I C H N I S

=====

- 1) RIEDER, W. : Die Endangitis obliterans und ihre Behandlung
Zbl. Chir. (1939) 957.
Heutiger Stand der Sympathikuschirurgie. Chir.
Kongr. Berlin (1936), Langenbecks Arch. klin.
Chir. 186 (1936) 351.
Eine Operationsmethode zur Ausschaltung der die
Extremitäten versorgenden sympathischen Fasern.
Arch. Klin. Chir. 158 (1930) 355.
- 2) SAUERBRUCH, F. : Klinische Demonstrationen der Sitzung der
Berliner Gesellschaft für Chirurgie (1939).
Zbl. Chir. 1939, 1922.
Aussprache zu W.RIEDER: Die Endangitis obliterans
und ihre Behandlung Zbl. Chir. (1939) 967.
- 3) LÄWEN, A. : Besprechung zu Hantschmann: Kapillarmikroskopische
Untersuchungen bei der Endarteriitis obliterans.
DMW (1932) 1384.
- 4) v. PHILLIPIDES, D. : Der klinische Wert der temporären Aus-
schaltung des Ganglion stellatum. Langenbecks
Arch. klin. Chir. 200 (1940) 277.
- 5) LERICHE, R. : Das Problem der Arteriitis obliterans.
Med. Welt (1935) 851.
Chirurgie des lumbalen Sympathikus. Zbl. f.
Chir. (1936) 637.
LERICHE u. FONTAINE: Einige Bemerkungen über
1199 Operationen am Sympathikus. Arch. klin.
Chir. 186 (1936) 338.
- 6) KAPPIS, M. : Splanchnikusbetäubung auf dorsalem Wege. In
Kirschner: Operationslehre. Springer-Verlag,
Berlin (1927), Bd. 1, 136
- 7) VOLKMANN, J. : Beobachtungen über Zwischenfälle bei fast
78.000 Grenzstrangblockaden. Bruns Beiträge
185 (1952) 288
- 8) HEGEMANN, G. : Allgemeine Operationslehre Teil I mit Allgem.
und Spezieller Operationslehre von M.Kirschner
Springer-Verlag, Berlin-Göttingen-Heidelberg
(1958).
- 9) WOLF, O. : Über den prognostischen Wert der Grenzstrang-
blockade bei peripheren Durchblutungsstörungen
Zbl. Chir. 86 (1961) 2466
- 10) BITTNER, W. : Sympathektomie im Therapieplan arterieller
Durchblutungsstörungen. Verh. dtsh. Ges.
inn. Med. 67 (1962) 296.

- 11) KRAFT-KINZ, J. : Zur lumbalen Grenzstrangresektion bei peripheren Durchblutungsstörungen, Wien. Med. Wschr. 109 (1959).
Zur Amputationshöhe bei Gliedmaßengangrän infolge obliterierender Gefäßerkrankungen. Der Chirurg (1962) 306.
Spätergebnisse der lumbalen Sympathektomie bei obliterierenden Arterienerkrankungen Mün. Med. Wschr. 1962 II.
- 12) FONTAINE, R., KIM, M., KIENY, R. : Die chirurgische Behandlung der peripheren Durchblutungsstörungen. Helvet. Chir. akta 21, (1954) 499.
- 13) FONTAINE, R., SCHATTNER, : J. Chir. (Fr) 46 (1935) 849.
- 14) SUNDER-PLASSMANN, P. : Sympathikus-Chirurgie, Georg Thieme-Verl. 1953.
Durchblutungsschäden und ihre Behandlung. F. Enke-Verl. 1943
- 15) KUNLIN, J. : Die chirurgische Behandlung der obliterierenden Gefäßerkrankungen. In: Hess, H.: Die obliterierenden Gefäßerkrankungen. Urban & Schwarzenbergverl. München-Berlin-Wien 1959.
- 16) VOSS-SCHULTE, K. : Regeneration des Grenzstranges nach Sympathektomie beim Menschen, Langenbecks-Arch. Klin. Chir. 263 (1949) 106.
- 17) de TAKATS, G. : Place of Sympathectomy in the Treatment of Occlusive Arterial Disease. Arch. of Surg. 77 (1958) 655.
Vascular Surgery. WB. Saunder Comp. Philadelphia u. London 1959,
- 18) LANDOIS, L., ROSEMAN, R. : Lehrbuch der Physiologie, Springer-Verlag 1936.
- 19) FOERSTER, O. : Operativ-experimentielle Erfahrungen beim Menschen über den Einfluß des Nervensystems auf den Kreislauf, Z.Neur. 167 (1939) 439.
- 20) STÖHR, jr., P. : Handbuch der mikroskopischen Anatomie des Menschen 5. Teil, Springer-Verl. Berlin 1957.
- 21) MEYER-BURGDORFF, G. : Die Chirurgie der chron. art. Verschlusskrankheiten. F-Enke-Verlag, Stuttgart 1963.
- 22) BAUER, K.H. : Über Sympathikus-Chirurgie Med. Klinik 1353 (1937).
- 23) VOSS, O. : Ungeklärte Fragen der Grenzstrangresektion Zbl. Chir. 861 (1940).

- 24) HOHF, R.D., DYE, W.S., OLWIN, J.H., JULIAN, O.C. : Low thoracic-High Lumbar Sympathectomy for vascular diseases of the legs. J. of Am.Med.Assoc. 156 (1954) 1238.
- 25) LILLY, G.D., SMITH, D.W., BIGGANE, C.T., JANA, J.T.jr. : An Evaluation of High Lumbar Sympathectomy in Arteriosclerotic Circulatory Insufficiency of the Lower Extremity. Surgery (St. Louis) 35, (1954) 1-8.
- 26) RAY, B.S., CONSOLE, A.D. : Residual Sympathetic Pathways after Paravertebral Sympathectomy. J. Neurosurg. 5 (1958) 23-50.
- 27) FAGARANASSU, L. : Recherches Anatomiques sur le Sympathique Lominaire. Bull. Akad. Med. Roumanie 5 (1938) 548.
- 28) BLOCK, W. : Sympathikus-Chirurgie bei Durchblutungsstörungen in Ratschow: Angiologie (43). Wandlungen und Fortschritte in der Sympathikus-Chirurgie. Langenbecks Arch.Klin.Chir. 276 (1953) 38.
Die Durchblutungsstörungen der Gliedmaßen. Gruyter-Verlag Berlin 1951.
Haben Sympathikusoperationen bei Durchblutungsstörungen noch ihre Berechtigung? Dtsch.Med.Wschr. 82 (1957) 869.
- 29) SAUNDERS, R.L., LAWRENCE, E.J., MACIVER, D.A., NEMETHY, N. : The anatomic basis of the circulation in man. In "Peripheral circulation in health and disease" von L.Redish, F.F. Tango, R.L. de CH. Saunders, Grune & Stretton (1957).
- 30) BARCROFT, H., SWAN, H.J.C. : Sympathetic Control of Human Blood Vessels. E.Arnold & Co., London 1953.
- 31) BURN, J.H. : Internat. Pharmakologenkongress, Kopenhagen 1950.
- 32) SCHOOP, W. : Physiologie und Pathophysiologie der peripheren Durchblutung. in Ratschow: Angiologie (43).
- 33) GRANT, R.T. : Vascular Reactivity Following Sympathectomy. A Giba Foundation Symposium "Peripheral Circulation in Man". Boston 1954.
- 34) THEIS, F.V. : Role of Lumbar Sympathectomy in the Treatment of Vascular Diseases. J. of Am. Med. Assoc. (1957) 164.
- 35) HENSEL, H. : Physiologische Grundlage der Durchblutungsdiagnostik. Dtsch. Med. J. 9 (1958) 247.

- 36) RIEBEN, W. : Ergebnisse Chir. und Orthop. 43 (1961) 325.
- 37) HESS, H. : Die obliterierenden Gefäßerkrankungen (1959)
Urban & Schwarzenberg München.
- 38) WANKE, R. : Sympathikuschirurgie der peripheren arteriellen
Durchblutungsstörungen
Langenbecks Arch.klin. Chir. 292 (1959) 234.
- 39) REIN, H. : Vasomotorische Regulationen,
Ergeb. Physiol. 32 (1931) 28.
- 40) SELBACH, W. : Das Schwingungsprinzip in der Analyse der Vege-
tativen Selbststeuerung.
Fortschr. Neurol. 129 (1949) 151.
- 41) RAU, G., GIESSLER, R., HEBERER, G.O. : Behandlung chronisch-
arterieller Durchblutungsstörungen.
Der Internist 6, Heft 5, (1965).
- 42) PLENKE, C. : Pathologisch-anatomische Untersuchungsergebnisse
am Grenzstrang des Sympathikus bei Durchblutungs-
störungen.
Verh. Dtsch. Ges. Pathol. (1950) 136.
- 43) RATSCHOW, M. : Angiologie
Georg Thieme, Stuttgart (1959).
- 44) YEAGER, G.H., COWLEY, R.A. : Anatomical Observation on the
Lumbar Sympathectomies with Evaluation of Sym-
pathectomies in Organic Peripheral Vascular Di-
sease. Ann. Surg. 127 (1948) 953.
- 45) COLLIER, F.A., CAMPBELL, K.N., HARRIS, B.M., BERRY, R.E.L. :
The early Results of Sympathectomy in Far-Ad-
vanced Arteriosclerotic Peripheral Vascular
Disease.
Surg. 26 (1949) 30.
- 46) WEILAND, P. : Grenzstrangresektionen bei peripheren Durch-
blutungsstörungen
Med.Diss. Erfurt (1962).
- 47) PÄSSLER, H.W. : Die Komplikationen der Chirurgie des Sympathikus
bei peripheren Durchblutungsstörungen.
Zbl. Chir. 80 (1955) 1.
- 48) UNGEHEUER, E., RAATZ, W. : Sympathektomie bei arteriellen Durch-
blutungsstörungen
Med. Welt, 681 - 685 (1962).
- 49) MAVOR, G.E. : Intermittent Claudication and Sympathectomy.
Lancet 1955 II 794 - 796.
- 50) HERGET, P. : Früh- und Spätergebnisse nach Grenzstrangresektion.
Langenbecks. Arch.klin.Chir. 268 (1951) 260.

- 51) BÜRGER , M. : Angiopathia Diabetica. Georg Thieme Verlag
Stuttgart (1954).
- 52) GROSS, E.R. : Surgical Treatment for Coarctation of the Aorta.
J.Am. Med. Assoc. 139 (1949) 285.
- 53) ALNOR, D. : Zur Frage der Beeinflussung der Sexualfunktion
durch Resektion des lumbalen Grenzstranges.
Langenbecks Arch.klin.Chir. 269 (1951) 506-512.
- 54) DICK, W.C. : Wärmeschädigung des menschlichen Hodens im
histologischen Bild
Bruns Beitr. klin.Chir. 167 (1938) 71.
- 55) ROSE, S.S. : An Investigation into Sterility after Lumbar
Ganglionectomy.
Brit.med. J. Vol I, 247 (1953).
- 56) WHITELAW, G.R., SMITHWICK, R.H. : Some Secondary Effects of
Sympathectomy with particular Reference to Dis-
turbance of Sexual Function
N.England J.Med. 245 (1951) 121.
- 57) MANDL, W. : Sympathektomie oder rekonstruktive Eingriffe bei
chron. arteriellen Verschlüssen im Bereich der
unteren Körperhälfte.
Wien. Med. Wschr. 445 (1964).
Blockade und Chirurgie des Sympathikus.
Springer-Verlag Wien, (1953).
- 58) zur WERTH, M. : Die allgemeine Lehre von den Amputationen.
in: Die Chirurgie, Band IV , Urban & Schwarzenberg,
Berlin u. Wien. 1944.
- 59) WACHSMUT, W. : Die Operationen an der unteren Extremität.
in M. Kirschner: Allgemeiner und Spezieller
Operationslehre Band 10, Teil II
Springer Berlin, Göttingen, Heidelberg (1956).
- 60) WAIBEL, P. : Indikation zur Amputation.
in Widmer und Waibel: Durchblutungsstörungen in
der Praxis. Verlag Hans Huber, Bern, Stuttgart
1964.
- 61) SILBERT, S., HAIMOVICI, H. : Criteria for the Selection of
the Level of Amputation for Ischemic Gangrene.
J.Am.Med. Assoc. 28 (1954).
- 62) SAEGESSER, M : Spezielle Chirurgie.
Hans Huber, Bern 1949.
- 63) WHEELLOCK, F.C. jr. : Transmetatarsal Amputation and Arterial
Surgery in Diabetic Patients.
New England J. of Med. 317 (1961).

- 64) ZETTLER, F. : Operationsindikation bei chronisch arteriellen Durchblutungsstörungen der Beine. DMW 88, (1963) 475.
Langfristige Nachuntersuchungen bei arteriellen Durchblutungsstörungen der Beine
Langenbecks Arch.klin.Chir. 292 (1959) 334.
- 65) KELLY, P.J., JAMES, J.M. : Criteria for Determining the Proper Level of Amputation in Occlusiv Vascular Disease, J. of Bone and Joints Surg. 297, 886 July (1957).
- 66) SCHUHMACKER, H.B., MOORE, T.C. : Leg and Tigh Amputation in Obliterative Arterial Disease, A.M.Arch.Surg. 63, (1957) 458.
- 67) HACKER, R., DECKER, R. : Verlauf und Prognose der chron. art. Verschußkrankheiten der unteren Extremitäten. DMW 93 (1968) 1343.
- 68) DENECKE, K. : Das Schicksal der an Arteriitis Erkrankten. Langenbecks Arch.Klin.Chir. 268 (1951) 506.
- 69) HEINZEL, J. : Spätschicksale bei Buergerischer Krankheit. Langenbecks Arch.Klin.Chir. 292 (1959) 332.
- 70) WAIBEL, P. : Amputationsfragen bei Durchblutungsstörungen. Chir. Praxis 1958.
- 71) VOLLMAR, J. : Die Chirurgie der chronischen Arterienverschlüsse der unteren Gliedmaßen. Dtsch. Ärzteblatt Nr. 40 (1967) 2065.
- 72) SCHLICHT, L. : Aussprache im Sitzungsbericht der deutschen Gesellschaft für Chirurgie 1959. Langenbecks Arch.klin.Chir. 292 (1959) 354.
- 73) CRANELY, J.J., KRAUSE, R.J., STRASSER, E.S. : Limb. Survival with and without definitive surgical treatment in obliterative arterial disease. Surg. 45 (1959) 32.
- 74) SILBERT, S., ZAZEELA, H. : Prognosis in arteriosclerotic peripheral vascular disease in: J.Am.Assoc. 166 (1958) 1816.
- 75) ROB, C.G. : Therapie der Arteriosklerose. in: Arteriosklerose von G. Schettler, Georg-Thieme Verlag, Stuttgart (1961) 527.
- 76) JUERGENS, J.L., BARKER, N.W., HINES, E.A. : Arteriosclerosis obliterans. Revue of 520 cases with special reference to pathogenic and prognostic factors. Circulation 21 (1960) 188.

L e b e n s l a u f

Am 17.7. 1943 wurde ich in Schwabach als Sohn des Hauptlehrers Richard Petzoldt und seiner Ehefrau Auguste, geb. Walther, geboren.

Von 1949 bis 1954 besuchte ich die Volksschule in Penzen-
dorf/Schwabach. 1954 trat ich in die Adam-Kraft-Oberreal-
schule in Schwabach ein. Dort machte ich 1963 mein Abitur.
1963 begann ich das Studium der Medizin an der Friedrich-
Alexander Universität in Erlangen. 1964 und 1966 legte
ich die vorärztliche Prüfung ab. Am 28. Juli 1969 be-
endete ich das medizinische Staatsexamen.

Offsetdruck-Fotodruck

J. Hognl, 8520 Erlangen Hauptstr. 109, (Nähe Martin-Luther-Platz) Tel. 22990
